



TUGAS AKHIR TERAPAN

PENGENDALIAN BANJIR DAERAH LIDAH WETAN KECAMATAN WIYUNG KOTA SURABAYA

GALIH IMAN RAKHMAD DWIARSO
3112030067

HARDANI
3112030090

DOSEN PEMBIMBING
Ir. FX DIDIK HARIJANTO, CES.
NIP.1959329 198811 1001

PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT

FLOOD CONTROL ON LIDAH WETAN DISTRICT WIYUNG CITY OF SURABAYA

GALIH IMAN RAKHMAD DWIARSO
3112030067

HARDANI
3112030090

ADVISOR
Ir. FX DIDIK HARIJANTO, CES
NIP.1959329 198811 1001

PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

PENGENDALIAN BANJIR DAERAH LIDAH WETAN KECAMATAN WIYUNG KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

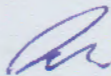
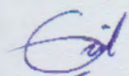
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada

Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Mahasiswa I

Mahasiswa II



Galih Iman Rakhmad

Hardani

NRP: 3112030067

NRP: 3112030090

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proyek Akhir :
Surabaya, Juli 2015



175 JUL 2015

Ir. FX Didik Hariyanto, CES.

NIP: 19590329 198811 1001

PENGENDALIAN BANJIR DAERAH LIDAH WETAN KECAMATAN WIYUNG KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Galih Iman Rakhmad
NRP : 3112030067
Nama Mahasiswa : Hardani
NRP : 3112030090
Dosen Pembimbing : Ir. FX Didik Harijanto, CES
NIP : 19590329 198811 1001

ABSTRAK

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk pengendalian banjir daerah lidah wetan kecamatan wiyung kota Surabaya, apakah saluran drainase yang ada dapat berfungsi secara optimal dalam mengurangi genangan yang terjadi.

Analisa distribusi frekuensi hujan dilakukan dengan menggunakan metode analisa distribusi, yaitu Metode Distribusi Log Pearson tipe III Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe dan debit rencana dihitung menggunakan Metode Rasional. Kapasitas drainase dihitung menggunakan persamaan Manning, selanjutnya kapasitas drainase tersebut dievaluasi apakah mampu atau tidak menampung debit limpasan yang terjadi. Sedangkan perhitungan debit banjir pada saluran primer menggunakan hidrograf rasional. Adapun perhitungan aliran balik (back water) menggunakan metode tahapan langsung.

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa debit banjir rencana pada titik pengamatan LID1200 sebesar $12,27 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan debit saluran eksisting sebesar $4,91 \text{ m}^3/\text{det}$, kemudian debit banjir rencana pada titik pengamatan LID1400 sebesar $12,52 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan debit saluran eksisting sebesar $8,06 \text{ m}^3/\text{det}$, dan debit banjir rencana pada titik pengamatan LID1600 sebesar $12,18 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan debit saluran eksisting sebesar $9,28 \text{ m}^3/\text{det}$ terjadi

perbedaan dengan kondisi meluber. Ini disebabkan oleh dimensi saluran tidak sesuai dengan debit yang direncanakan.

Kata kunci : "Sistem Drainase, Debit Rencana, Aliran Balik, Pemeliharaan".

FLOOD CONTROL ON LIDAH WETAN DISTRICT WIYUNG CITY OF SURABAYA

Student Name : Galih Iman Rakhmad
NRP : 3112030067
Student Name : Hardani
NRP : 3112030090
Academic Supervisor : Ir. FX Didik Harijanto, CES
NIP : 19590329 198811 1001

ABSTRACT

The purpose of this paper is to flood control on lidah wetan district wiyung city of Surabaya. Whether the drainage channels can function optimally in reducing inundation occurred.

Analysis of the frequency distribution of rain is done by using the analysis method of distribution, namely Distribution Methods Log Pearson type III rainfall intensity calculated using the equation Mononobe and discharge plans are calculated using Rational Method. Drainage capacity is calculated using the Manning equation, then the drainage capacity is evaluated whether or not able to accommodate discharge runoff that occurs. While the calculation of flood discharge on the primary channel using rational hydrograph. The calculation of backflow (back water) using a direct phase.

From the calculation shows that the flood discharge plan at the observation point LID1200 12.27 m³/s with existing discharge chute of 4.91 m³/s, then the flood discharge at the observation point plan LID1400 of 12.52 m³/s to discharge the existing channels of 8, 06 m³/s, and the flood discharge at the observation point plan LID1600 of 12.18 m³/s with existing discharge channel of 9.28 m³/s there is a difference with the

overflow condition. This is caused by the dimensions of the channels are not in accordance with the planned discharge.

Keywords: "Drainage Systems, Debit Plan, Back Water, Maintenance".

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kasih dan anugerah-Nya Laporan Proyek Akhir ini dapat terselesaikan tanpa ada halangan suatu apapun.

Laporan Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam mengikuti Pendidikan pada Program Diploma III Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya untuk mendapat gelar Ahlimadya.

Pokok pembahasan pada Laporan Proyek Akhir ini adalah kajian tentang “Pengendalian Banjir Daerah Lidah Wetan Kecamatan Wiyung Kota Surabaya” Tujuan pembahasan ini adalah sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan dalam menganalisa suatu masalah dengan harapan hasil studi tersebut nantinya dapat menjadi pertimbangan untuk perencanaan sistem drainase serupa.

Tersusunnya Laporan Proyek Akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi berbagai pihak yang banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami sampaikan terima kasih terutama kepada:

1. Kedua orang tua, semua keluarga kami tercinta, sebagai penyemangat terbesar dari kami, yang telah banyak memberi dukungan materil maupun moril berupa doa.
2. Bapak Ir. FX Didik Harijanto, CES. selaku dosen pembimbing kami yang telah banyak memberikan

masukan, kritik dan saran dalam penyusunan laporan proyek akhir ini.

3. Bapak Ir. M. Sigit Darmawan M.engSc, Phd. selaku Koordinator Program Studi Diploma III Teknik Sipil.
4. Teman-teman mahasiswa DIII Teknik Sipil Angkatan 2012 dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu kami dalam penyelesaian proyek akhir ini

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan proyek akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan proyek akhir ini.

Semoga apa yang kami sajikan dapat memberi manfaat bagi pembaca dan semua pihak, Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, 13 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	1
1.3 TUJUAN	1
1.4 BATASAN MASALAH	2
1.5 PETA LOKASI	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 URAIAN UMUM.....	5
2.2 PERAN DRAINASE.....	6
2.3 ANALISA HIDROLOGI	7
2.3.1 CURAH HUJAN HARIAN RATA-RATA	10
2.3.2 ANALISA CURAH HUJAN RENCANA	11
2.3.3 UJI KECOCOKAN	14

2.3.4 PERHITUNGAN DEBIT RENCANA.....	16
2.3.5 KOEFISIEN PENGALIRAN.....	17
2.3.6 INTENSITAS CURAH HUJAN.....	19
2.4 ANALISA HIDROLIKA.....	20
2.5 ANALISA BACK WATER.....	21
BAB III METODOLOGI.....	23
3.1 STUDI LITERATUR.....	23
3.2 PENGUMPULAN DATA.....	23
3.3 MENGIDENTIFIKASI PERMASALAHAN.....	23
3.4 PENYUSUNAN PENYELESAIAN MASALAH.....	24
BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN.....	27
4.1 ANALISA HIDROLOGI.....	27
4.1.1 Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata.....	27
4.1.2 Uji Distribusi.....	28
4.1.3 Uji Chi-Kuadrat.....	33
4.1.4 Uji Smirnov-Kolmogorov.....	34
4.1.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	36
4.1.6 Perhitungan Luas Tata Guna Lahan.....	37
4.1.7 Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	41
4.1.8 Perhitungan Debit Rencana.....	46
4.2 ANALISA HIDROLIKA.....	48
4.2.1 Analisa Kapasitas Eksisting Saluran.....	48
4.3 ANALISA BACK WATER.....	52

4.4 ANALISA LONG STORAGE	54
4.4.1 Perhitungan Debit Masuk pada Long Storage	54
4.4.2 Perhitungan Kapasitas Long Storage.....	54
4.4.3 Perencanaan Sistem Tampungan	56
4.4.4 Perhitungan Debit Banjir Setelah dibuat Long Storage	57
4.4.5 Perencanaan Pintu Air dan Operasi Pintu	60
BAB V KESIMPULAN	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata	27
Tabel 4. 2 Perhitungan Mencari Ck dan Cs untuk Distribusi Normal dan Gumbel	29
Tabel 4. 3 Perhitungan Mencari Ck dan Cs untuk Distribusi Log Person Type III.....	31
Tabel 4. 4 Parameter Statistik untuk Menentukan Distribusi yang Digunak	32
Tabel 4. 5 Tabel Peluang Chi-Kuadrat.....	33
Tabel 4. 6 Tabel Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log Pearson Type III.....	34
Tabel 4. 7 Tabel Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson Type III.....	35
Tabel 4. 8 Perhitungan Curah Hujan Rencana	37
Tabel 4. 9 Tata Guna Lahan	39
Tabel 4. 10 Tabel Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	45
Tabel 4. 11 Tabel Perhitungan Debit Rencana.....	47
Tabel 4. 12 Tabel Perhitungan Kapasitas Eksisting Saluran.....	50
Tabel 4. 13 Tabel Perbandingan Kemampuan Saluran dengan Debit Rencana	51
Tabel 4. 14 Tabel Perhitungan Aliran Back Water	52
Tabel 4. 15 Tabel Perhitungan Debit Banjir Setelah dibuat Long Storage.....	57
Tabel 4. 16 Tabel Debit Total Banjir dan Outflow Tampungan ..	58
Tabel 4. 17 Tabel Perbandingan Debit yang Terjadi dengan Kapasitas Saluran	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 1 Peta Lokasi	2
Gambar 1 2 Perbesaran Peta Lokasi	3
Gambar 1 3 Sistem Jaringan	4
Gambar 4 4 Profil Back Water	53
Gambar 4 5 Hidrograf Banjir	55
Gambar 4 6 Sistem Tampungan	56
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Bukaannya Pintu dan Tinggi Air Tampungan	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Air adalah kebutuhan utama makhluk hidup, namun air juga dapat menjadi bencana apabila air tidak dikelola dengan baik, karena air memiliki daya rusak yang besar. Salah satunya adalah banjir.

Surabaya adalah daerah yang tidak asing dengan masalah ini, salah satunya daerah Lidah Wetan. Di daerah tersebut merupakan daerah buangan aliran air dari perumahan Citraland dan Supermall. Air hujan yang terjadi pada dua tempat tersebut dibuang ke permukiman Lidah Wetan, namun sistem drainase Lidah Wetan tidak direncanakan untuk menampung atau menanggulangi hal tersebut, sehingga air tidak dapat keluar permukiman dan terjadi genangan air.

Oleh karena itu, maka perlu dilakukan pengendalian banjir dengan perencanaan sistem drainase dan identifikasi permasalahan maupun dampak kawasan sekitar yang mungkin terjadi akibat terjadinya perkembangan dalam hal pembangunan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Berapa besarnya debit limpasan hujan yang masuk kedalam Saluran Lidah Wetan?
2. Berapa kapasitas eksisting saluran yang ada di Lidah Wetan?
3. Bagaimana cara mengatasi genangan?

1.3 TUJUAN

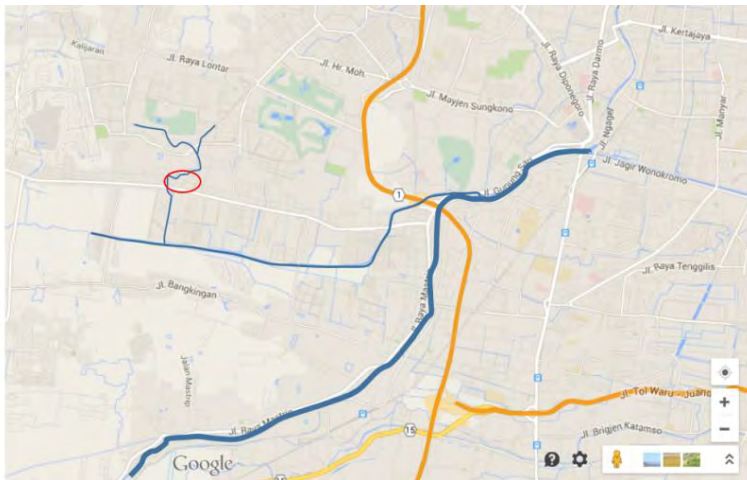
1. Untuk mengetahui penyebab banjir.
2. Menganalisa keadaan yang terjadi di lapangan.
3. Dapat mendapatkan solusi dari masalah yang ada.

1.4 BATASAN MASALAH

1. Melakukan evaluasi sistem drainase eksisting saluran Lidah Wetan.
2. Tidak membahas teknik pelaksanaan.

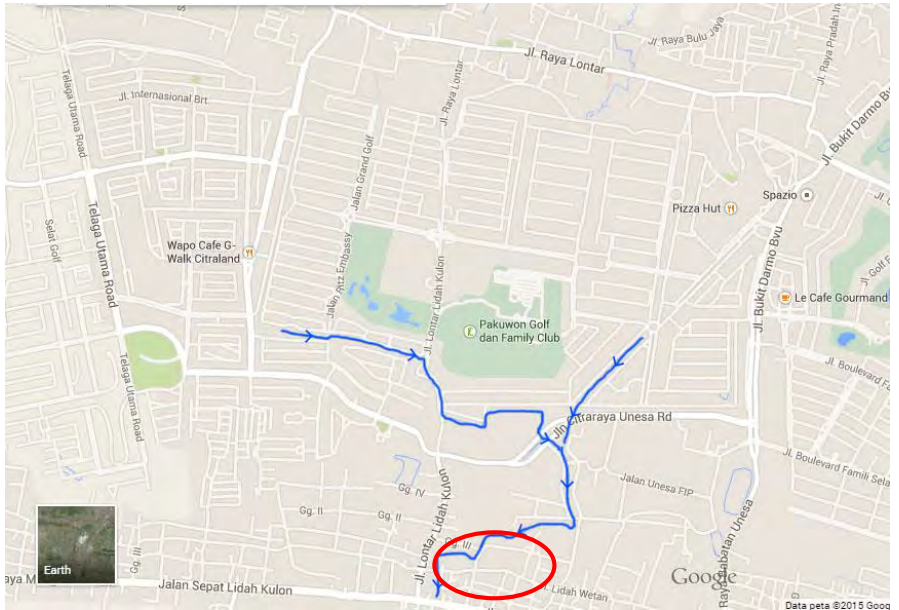
1.5 PETA LOKASI

Berikut merupakan peta lokasi daerah yang ditinjau, yaitu gambar 1.1. Daerah yang diberi tanda lingkaran merah merupakan daerah yang terjadi genangan air.



Gambar 1 1 Peta Lokasi

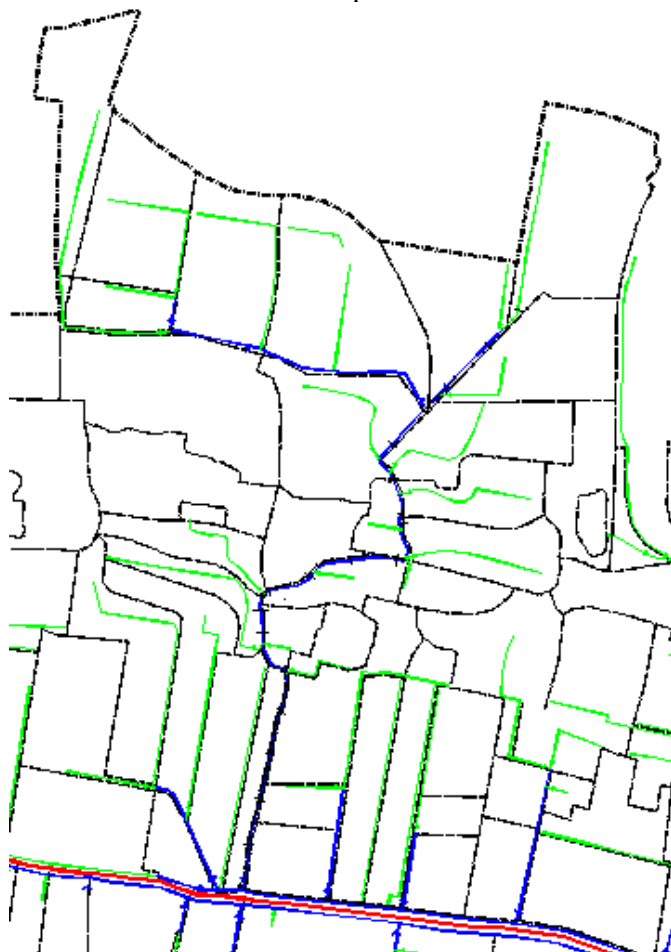
Gambar 1.2 adalah perbesaran dari gambar 1.1. Tanda lingkaran merah adalah daerah yang terjadi genangan air.



Gambar 1 2 Perbesaran Peta Lokasi

Gambar 1.3 merupakan sistem jaringan daerah lidah wetan.

- · — · — · — : Batas catchment area
- : Saluran tersier
- : Saluran sekunder
- : Saluran primer



Gambar 1 3 Sistem Jaringan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 URAIAN UMUM

Drainase yang berasal dari kata bahasa Inggris *Drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu.

Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan fisik dan lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota tersebut. Drainase adalah ilmu yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu.

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik, baik dalam pemancangan, pelaksanaan dan pengoperasian-nya. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besar-besaran yang terkandung dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting bagi analisis selanjutnya. Di dalam hidrologi, salah satu aspek analisis yang diharapkan dihasilkan untuk menunjang perancangan bangunan-bangunan hidraulik adalah penetapan besaran-besaran rancangan. Baik hujan, banjir, maupun unsur-unsur hidrologi lainnya. Oleh karena itu, pemahaman mengenai unsur-unsur yang terkandung dalam analisis hidrologi benar-benar dipahami.

1.2 PERAN DRAINASE

Sistem drainase sekunder berfungsi sebagai pengumpul aliran dari saluran drainase yang lebih kecil, misalnya sistem drainase tersier. Sistem drainase diperlukan untuk melakukan tindakan teknis dalam mengendalikan :

1. Kelebihan air

Sistem drainase dapat mengendalikan terhadap kemungkinan-kemungkinan adanya banjir, genangan air pada lahan produktif, erosi tanah, serta kerusakan dan gangguan fisik, kimia, biologi terhadap lahan produktif.

2. Elevasi badan air permukaan

Adanya arus limpasan air hujan menuju badan air penerima maka akan timbul kemungkinan naiknya elevasi badan air permukaan. Selain itu, dampak lain yang dapat mengganggu adalah kemungkinan terjadinya air balik (*back water*) dan kerusakan terhadap badan air permukaan yang disebabkan oleh melimpahnya air permukaan dan air drainase.

3. Elevasi permukaan air tanah pada lahan produktif

Bila air hujan dialirkan tanpa adanya lahan saluran drainase, maka yang akan terjadi adalah air tersebut akan menggenang jalan tanah dan lain sebagainya tanpa terkendali.

Jadi kegunaan drainase secara umum adalah sebagai alat pematusan daerah dari kelebihan air permukaan dan air tanah. Apabila tidak adanya pematusan atau pengendalian dan pengontrol, maka kiriman air hujan akan masuk secara tidak terkendali ke dalam badan penerima. Fungsi utama dari drainase selain sebagai pemelihara dan pengendali sumber air yaitu juga termasuk untuk memelihara elevasi air tanah atau air permukaan.

2.3 ANALISA HIDROLOGI

Analisa hidrologi merupakan analisa awal dalam perencanaan sistem drainase untuk mengetahui besarnya debit yang akan dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi saluran sistem drainase. Besar debit rancangan didapat dari penjumlahan debit hujan rencana pada periode ulang tertentu dengan debit air limbah dari daerah tersebut dan besarnya debit banjir rencana tidak boleh terlalu besar untuk menghindari luapan air yang dapat menimbulkan banjir yang lebih besar dari debit rencana. Untuk memperkirakan besarnya banjir rencana yang sesuai, pengetahuan tentang analisa hidrologi mempunyai peran penting. Dalam perhitungan dapat digunakan data curah hujan yang nantinya akan diolah menjadi debit rencana.

❖ Parameter dasar statistik

1. Nilai Rata-rata

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata hitung dari penakaran pada stasiun hujan dalam area tersebut. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Atau dapat ditulis sebagai :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Keterangan :

\bar{X} = Rata-rata hitung

n = Jumlah data

X_i = Nilai pengukuran dari suatu variat

(Soewarno, 1995:38)

2. Deviasi Standar

Pada umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai deviasi standar akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka nilai deviasi standar akan kecil. Deviasi standar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Keterangan :

S = Deviasi standar

X_i = Nilai variat

\bar{X} = Nilai rata-rata

n = Jumlah data

(Soewarno, 1995:75)

3. Koefesien Skewness (Kemencengan)

Koefesien Skewness (Kemencengan) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefesien Skewness untuk sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$CS = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3}$$

Keterangan :

CS = Koefesien skewness

S = Deviasi standar

\bar{X} = Nilai rata-rata

X_i = Data ke-i

n = Jumlah data

(Soewarno, 1995: 81)

4. Koefesien Kurtosis

Koefesien Kurtosis digunakan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi. Koefesien Kurtosis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

Keterangan :

Ck = Koefesien kurtosis

S = Deviasi standar

\bar{X} = Nilai rata-rata

X_i = Data ke-i

n = Jumlah data

(Soewarno, 1995: 85)

Perhitungan curah hujan rencana dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode antara lain adalah Distribusi Gumbel, Distribusi Normal, dan Distribusi Log Person Type III. Adapun sifat-sifat khas parameter statistik dari masing-masing distribusi teoritis dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Parameter Statistik untuk Menentukan Distribusi

Distribusi	Parameter statistic	Syarat Nilai
Normal	Cs	Cs = 0
		Cs = 0
	Ck	-0.015 < Cs < 0.015
		Ck = 3
Gumbel	Cs	Ck = 3σ ²
		2.07 < Ck < 3.30
	Cs	Cs = 1.14
Log Person III	Ck	Ck = 5.4
	Cs	bebas
	Ck	bebas

2.3.1 CURAH HUJAN HARIAN RATA-RATA

Curah hujan besarnya mungkin tidak sama dan untuk kawasan yang luas, salah satu data belum menggambarkan hujan wilayah tersebut. Curah hujan yang diperlukan untuk suatu rancangan saluran drainase adalah curah hujan rata-rata daerah yang bersangkutan bukan pada curah hujan disatu titik.

2.3.1.1 Cara Hujan Harian Rata-rata

Langkah-langkah mencari hujan harian rata-rata sebagai berikut :

1. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu pada salah satu pos hujan penakar hujan.
2. Cari besarnya curah hujan pada tanggal–bulan–tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
3. Hitung hujan DAS dengan salah satu cara yang dipilih.
4. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
5. Ulangi langkah 2 dan 3 untuk setiap tahun.

Rumus perhitungan :

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n}$$

Keterangan : R = Hujan rata–rata (mm)

n = banyaknya data

R_i = curah hujan yang diamati pada stasiun 1,2,...,n

2.3.1.2 Cara Metode Poligon Thiessen

Metode ini menggunakan cara dari perhitungan luas daerah yang diwakili oleh stasiun yang bersangkutan (luas DAS), untuk digunakan sebagai faktor dalam menghitung hujan rata-rata. Langkah–langkah menggunakan metode polygion thiessen :

1. Menghubungkan stasiun-stasiun dengan suatu garis sehingga membentuk polygon segitiga atau segiempat (sesuai berapa pos yang akan dicari).
2. Menarik sumbu-sumbu dari polygon.
3. Perpotongan sumbu-sumbu ini akan membentuk luasan daerah pengaruh dari tiap-tiap stasiun.

Rumus :

$$\bar{R} = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_i.R_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i R_i}{A}$$

Keterangan :

\bar{R}	= hujan rata-rata (area rainfall)
$R_1 + R_2 + \dots + R_i$	= curah hujan pada stasiun I (point rainfall)
$A_1 + A_2 + \dots + A_i$	= Luas area polygon
i	= banyak data

2.3.2 ANALISA CURAH HUJAN RENCANA

Hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan yang dengan peluang tertentu mungkin terjadi di suatu daerah. Dari hasil uji distribusi yang diasumsikan, maka untuk menghitung curah hujan rencana digunakan :

2.3.2.1 Metode Distribusi Normal

Metode ini banyak digunakan dalam menghitung analisis frekuensi curah hujan, analisis statistik, distribusi rata-rata curah hujan tahunan, dan lain-lain. Metode ini disebut juga dengan metode *Distribusi Gauss*.

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Keterangan :

$P(X)$ = Fungsi Densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

π = 3,14

e = 2,718

X = variabel acak kontinyu

μ = rata-rata nilai X

σ = Deviasi standart dari nilai

Untuk menggunakan Kurva Normal cukup menggunakan parameter statistik μ dan σ . Kurvanya simetris terhadap $X = \mu$, grafik selalu diatas sumbu dasar X , dimulai dari $X = \mu + 3\sigma$ serta nilai mean = modus = median. Nilai X mempunyai batas $-\infty < X < +\infty$. Apabila suatu populasi dari data hidrologi, mempunyai distribusi yang berbentuk Distribusi Normal, maka :

1. Pada 68,27 %, terletak didaerah satu Deviasi standart sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu - \sigma)$ dan $(\mu + \sigma)$
2. Pada 95,45% terletak diantara dua Deviasi Standart sekitar nilai rata-ratanya yaitu antara $(\mu - 2\sigma)$ dan $(\mu + 2\sigma)$
3. .Pada 99,73% terletak diantara tiga Deviasi Standart sekitar nilai rata-ratanya yaitu antara $(\mu - 3\sigma)$ dan $(\mu + 3\sigma)$

Luas dari Kurva Normal selalu sama dengan satu unit persegi, jadi

$$P(-\infty < X < +\infty) = C_v \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Untuk menentukan peluang nilai X antara $X = X_1$ dan $X = X_2$ adalah :

$$P(X_1 < X < X_2) = C_v \int_{-x_1}^{x_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Apabila nilai $X = \text{standart}$ (nilai rata-rata $\mu = 0$ dan $\sigma = 0$), maka :

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}t^2} \longrightarrow P(t) = \frac{X-\mu}{\sigma}$$

Dalam pemakaian praktis, umumnya rumus-rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat tabel untuk keperluan perhitungan.

$$R_t = \mu + K_T \sigma$$

Yang dapat didekati dengan

$$R_t = \bar{R} + K_T S$$

2.3.2.2 Metode Gumbel

$$R_t = \bar{R} + K \sigma$$

Keterangan :

R_t = curahhujan 24 jam

\bar{R} = curahhujan rata-rata

σ = standart deviasi

2.3.2.3 Metode Log Person type III

$$\text{Log } R = \overline{\text{Log } \bar{R}} + K \overline{\text{sdLog } \bar{R}}$$

Keterangan :

$\text{Log } R$ = curah hujan rencana untuk periode tertentu

K = faktor dari sifat distribusi Log Person Type III yang didapat dari tabel periode dan koefisien Skewness

$\overline{\text{sdLog } \bar{R}}$ = standart deviasi logaritmatik nilai hasil pengamatan

$\overline{\text{Log } \bar{R}}$ = harga rata-rata logaritmatik data

C_s = koefisien kemencengan Skewness

Menghitung :

$$\overline{\text{LogR}} = \frac{\sum \text{LogR}}{N}$$

$$\overline{\text{Sd LogR}} = \sqrt{\frac{\sum (\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})^2}{N-1}}$$

$$C_v = \frac{\overline{\text{Sd log R}}}{\overline{\text{LogR}}}$$

$$C_s = \frac{\sum (\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})^3 N}{(N-1)(N-2)(\overline{\text{Sd log R}})^3}$$

2.3.3 UJI KECOCOKAN

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

2.3.3.1 Uji Chi –Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dapat dihitung dengan rumus berikut

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- χ_h^2 = parameter chi-kuadrat terhitung,
- G = jumlah sub kelompok,
- O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I,
- E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i.

Parameter χ_h^2 merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai χ_h^2 sama atau lebih besar dari nilai chi-kuadrat sebenarnya (χ^2) dapat dilihat pada tabel Nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat.

Prosedur uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya),
2. Kelompokkan data menjadi G sub-grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan,
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub-grup,
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i ,
5. Pada tiap sub-grup hitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
6. Jumlah seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat.
7. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R=2$ untuk distribusi normal dan binomial).

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut :

1. Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima,
2. Apabila peluang kurang dari 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima,
3. Apabila peluang berada di antara 1% - 5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misala perlu data tambahan.

(Suripin, 2004)

2.3.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametric, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut
 $\chi_1 = P(\chi_1)$
 $\chi_2 = P(\chi_2)$
 $\chi_3 = P(\chi_3)$, dan seterusnya.
 2. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)
 $\chi_1 = P'(\chi_1)$
 $\chi_2 = P'(\chi_2)$
 $\chi_3 = P'(\chi_3)$, dan seterusnya.
 3. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
 $D = \text{maksimum}$
 4. Berdasarkan tabel nilai kritis, tentukan harga D_0 dari tabel.
- (Suripin, 2004)

2.3.4 PERHITUNGAN DEBIT RENCANA

Debit rencana yaitu perkiraan debit terbesar yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu pada perencanaan bangunan air seperti bendungan, spillway, flood control, drainase, dan lain-lain. Dalam menghitung debit banjir rencana bila data hujan yang digunakan untuk data aliran sungai tidak mencukupi.

Debit rencana untuk daerah perkotaan pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar tidak terjadi

genangan air yang mengganggu sehingga saluran-saluran drainase dibuat sesuai debit rencana.

Rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

Q = Debit puncak banjir(m³/det)

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

(Triatmodjo, 2008;114)

2.3.5 KOEFISIEN PENGALIRAN

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) pada suatu daerah dengan jumlah curah hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh :

- Kemiringan
- Struktur geologi tanah
- Jenis permukaan tanah
- Klimatologi

Rumus Koefisien Pengaliran :

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A}$$

Keterangan:

C_m = Koefisien Pengaliran rata-rata

A_i = Luas masing-masing tataguna lahan

C_i = Koefisien pengaliran masing-masing tataguna lahan

n = banyaknya jenis penggunaan tanah dalam pengaliran

Tabel 2. 2 Koefisien Pengaliran (C)

Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien C
BISNIS	
Perkotaan	0,70 - 0,95
Pinggiran	0,60 - 0,70
PERUMAHAN	
Rumah tunggal	0,30 - 0,50
Multiunit terpisah	0,40 - 0,60
Multiunit tergabung	0,60 - 0,75
Perkampungan	0,25 - 0,40
Apartemen	0,50 - 0,70
INDUSTRI	
Ringan	0,50 - 0,80
Berat	0,60 - 0,90
PERKERASAN	
Aspal dan beton	0,70 - 0,95
Batu bata, paving	0,50 - 0,70
ATAP	0,75 - 0,95
HALAMAN, TANAH BERPASIR	
Datar 2%	0,13 - 0,17
Rata-rata 2-7%	0,18 - 0,22
Curam 7%	0,25 - 0,35
TAMAN TEMPAT BERMAIN	0,20 - 0,35
TAMAN, PEKUBURAN	0,10 - 0,25
HUTAN	
Datar 0-5%	0,10 - 0,40
Bergelombang 5-10%	0,25 - 0,50
Berbukit 10-30%	0,30 - 0,60

(Sumber : Suripin 2003)

2.3.6 INTENSITAS CURAH HUJAN

Intensitas curah hujan adalah tinggi curah hujan yang terjadi per satuan waktu. Untuk perhitungan intensitas curah hujan berdasarkan hujan harian dari stasiun hujan digunakan rumus Dr. Mononobe .

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan dalam t jam (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan efektif dalam 1 jam

t_c = Waktu mulai hujan

(*Suripin, 2003;68*)

Waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh adalah lamanya hujan atau waktu konsentrasi (t_c). Dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = t_o + t_f$$

$$t_o = 0,0195 \left[\frac{L_o}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$$

Keterangan :

t_c = waktu konsentrasi

t_o = waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan hingga mencapai intake (jam)

t_f = waktu yang diperlukan air untuk mengalir sepanjang channel flowting (jam)

L_o = Jarak titik terjauh dengan saluran (m)

S = Kemiringan daerah aliran, dimana kemiringan adalah perbandingan antara selisih tinggi dengan panjang saluran

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Keterangan :

ΔH = Selisih tinggi

L = Panjang saluran

(*Suripin, 2003*)

2.4 ANALISA HIDROLIKA

Analisa hidrolika dalam perencanaan saluran drainase harus berdasarkan pertimbangan kapasitas tampung saluran dari tinjauan hidrolis ataupun dari elevasi kondisi lapangan.

Dalam pengevaluasian kapasitas tampungan saluran dengan debit banjir ulang 5 tahun membutuhkan tinjauan hidrolis, sedangkan pada evaluasi kondisi di lapangan adalah berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan apakah saluran yang ada mampu atau tidak mampu untuk mengalirkan air secara langsung pada saat hujan.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi saluran yaitu Rumus MANNING.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

Keterangan :

V = Kecepatan rata-rata

n = Koefisien kekasaran MANNING

R = Jari-jari Hidrolik

I = Kemiringan dari permukaan air atau dari gradien energi atau dari dasar saluran, garis-garisnya sejajar untuk aliran menetap yang merata

(Anggrahini, 1996:142)

$$Q = A.V$$

$$A = (b + m.h)h$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Keterangan :

Q = Debit saluran (m³/det)

A = Luas basah saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

h = Tinggi air dalam saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

(Anggrahini, 1996:160)

2.5 ANALISA BACK WATER

Aliran back water merupakan aliran balik air pada saluran akibat elevasi permukaan air di saluran primer lebih tinggi daripada elevasi permukaan air pada hilir saluran sekunder. Pada perhitungan analisa aliran back water ini menggunakan metode Integrasi Grafis.

$$K = \frac{1,49 A R^{2/3}}{n}$$

$$Z = \sqrt{\frac{A^3}{T}}$$

$$\frac{dx}{dy} = \frac{1}{S} \times \frac{1 - (Z_0/Z)^2}{1 - (K_0/K)^2}$$

$$Z_0 = \frac{Q}{\sqrt{\left(\frac{g}{\alpha}\right)}}$$

$$K_0 = \frac{Q}{\sqrt{S_0}}$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah

R = Luas keliling basah

T = Lebar permukaan air

Z_0 = Faktor Penampang

S_0 = Kemiringan saluran

Q = Debit Saluran

g = Gravitasi

BAB III METODOLOGI

Metode studi pengendalian ini disusun untuk mempermudah pelaksanaan studi guna memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan melalui prosedur kerja yang sistematis, teratur, dan tertib.

3.1 STUDI LITERATUR

Mempelajari berbagai literatur yang berkaitan dengan permasalahan, literatur yang dipakai antara lain:

- Hidrologi aplikasi statistik untuk analisis data
- Hidrologi teknik
- Hidrolika teknik

3.2 PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data diperoleh dari data primer dan sekunder:

- Data primer
 - a. Data curah hujan
 - b. Peta lokasi
 - c. Data pengukuran
- Data Sekunder
 - a. Tata guna lahan

3.3 MENGIDENTIFIKASI PERMASALAHAN

Dari data-data yang sudah didapatkan, maka secara tidak langsung sudah diketahui beberapa sebab dan permasalahannya. Dari dugaan sementara, maka direncanakan langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan solusi yang berdasarkan teori-teori dan studi literatur yang sudah ditetapkan.

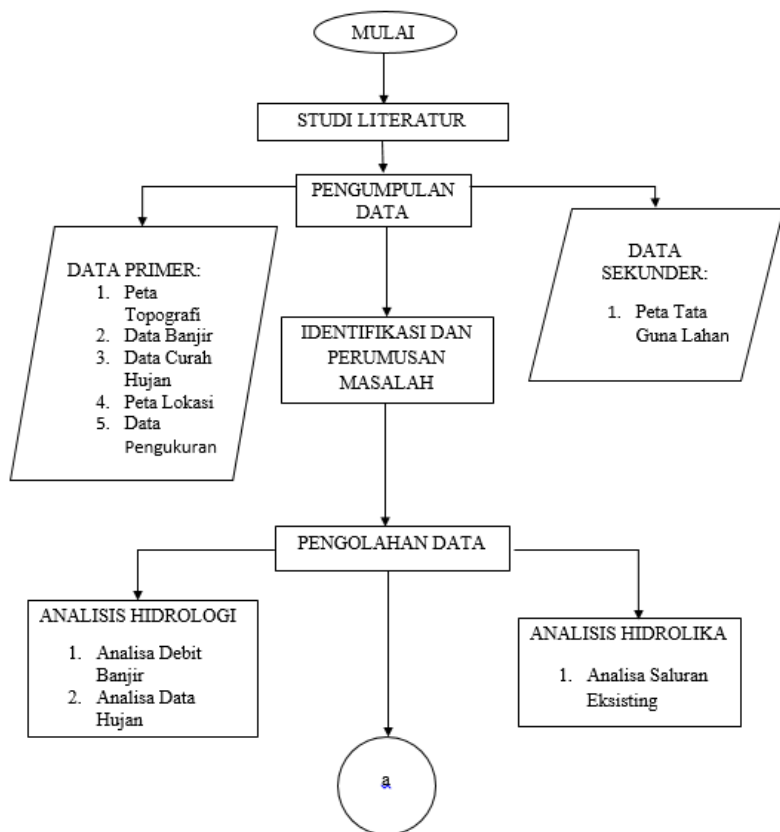
3.4 PENYUSUNAN PENYELESAIAN MASALAH

Penyusunan penyelesaian masalah berdasarkan perencanaan drainase, yang meliputi:

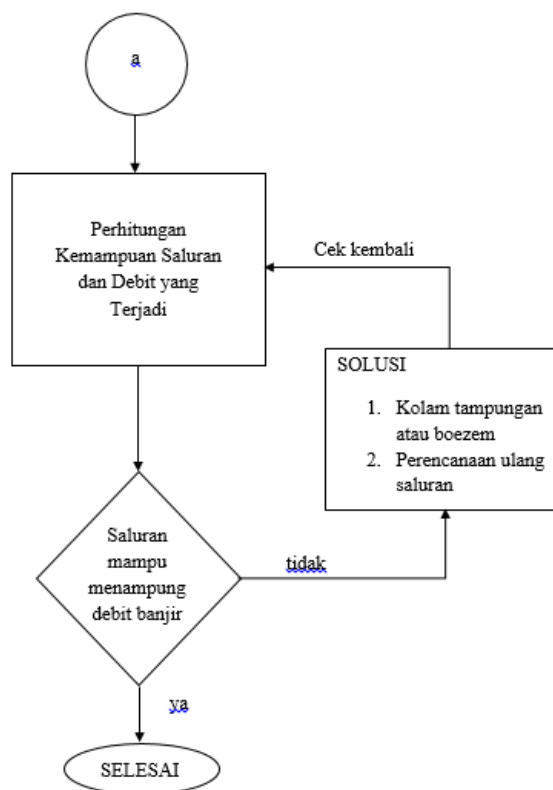
- a. Kajian Hidrologi
 - Perhitungan curah hujan periode ulang
 - Menentukan curah hujan harian maksimum
 Dari data curah hujan maksimum yang diambil dari Stasiun Hujan Larangan saja, maka untuk menghitung data hujan rata-rata DAS menggunakan cara rasional, polygon thiesen, isohyets.
 - Perhitungan debit banjir rencana
 Perhitungan ini digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan, tingkat bahaya banjir pada suatu kawasan dengan menerapkan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar.
- b. Kajian Hidrolika
 - Perhitungan fullbank capacity
 Tujuan perhitungan ini untuk mengetahui apakah penampang eksisting saluran mampu menampung dan mengalirkan debit yang ada dengan aman.
- c. Kajian *Back Water*
 - Perhitungan aliran *back water*
 Perhitungan ini digunakan sebagai dasar untuk mengetahui pengaruh back water terhadap daerah yang ditinjau. Sungai yang akan diperhitungkan aliran *back water*nya adalah sungai kedurus.

Diagram Alir Metodologi

Bagan alir menjelaskan urutan dalam Studi Analisis Sistem Jaringan Drainase, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3 1 Flowchart



Gambar 3 2 Flowchard (lanjutan)

BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 ANALISA HIDROLOGI

Pada analisa ini menggunakan dua stasiun hujan, yaitu stasiun hujan Kandangan, dan stasiun hujan Gunung Sari . Untuk memperoleh data curah hujan area yaitu dengan mengambil harga rata-ratanya. Tujuan dari analisa hidrologi ini adalah untuk mengetahui beberapa besar debit yang akan disalurkan, sehingga air dapat dialirkan tanpa harus menimbulkan genangan. Debit banjir yang akan dianalisa adalah berkala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50.

4.1.1 Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata

Curah hujan yang diperlukan untuk menyusun suatu rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir adalah curah hujan merata daerah. Dalam analisa ini menggunakan metode curah hujan rata-rata. Hal ini disebabkan kondisi daerah yang ditinjau termasuk datar dan memiliki luas yang cukup kecil.

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

Tanggal	Tahun	CH rata2
7 Maret	1994	75.00
1 Februari	1995	120.50
9 November	1996	162.00
5 Januari	1997	86.00
13 Februari	1998	65.50
28 Maret	1999	71.99
8 Januari	2000	83.34
1 Maret	2001	82.00
30 Januari	2002	159.00
28 November	2003	87.50
5 Maret	2004	82.50
1 Januari	2005	98.00
9 Februari	2006	116.50

Tabel 4.1 Lanjutan

Tanggal	Tahun	CH Rata2
21 Desember	2007	82.50
13 Desember	2008	83.50
9 Januari	2009	77.00
3 Desember	2010	109.50
9 November	2011	90.50
30 Januari	2012	85.50
24 Mei	2013	59.50
Jumlah		1877.83

Sumber : Hasil Perhitungan

Cara perhitungan curah hujan rata-rata adalah dengan merata-rata curah hujan setiap stasiun tiap harinya pada satu tahun, kemudian diambil angka maksimum yang akan menjadi angka perwakilan dari tiap tahunnya.

4.1.2 Uji Distribusi

Uji distribusi dilakukan untuk memilih yang sesuai perhitungan terlebih dahulu sebelum dilakukan perhitungan distribusi probabilitas dari data yang tersedia.

Metode distribusi yang akan diuji antara lain :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Gumbel
3. Distribusi Log Pearson Type III

Pengujian ini menggunakan parameter Koefisien Ketajaman (Ck) dan Koefisien Simetris (Cs):

Perhitungan untuk mencari dasar statistic pada distribusi Normal dan Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Perhitungan Mencari Ck dan Cs untuk Distribusi Normal dan Gumbel

Tahun	CH rata2	Ranking	(xi-x rata2)	(xi-x rata2) ²	(xi-x rata2) ³	(xi-x rata2) ⁴
1994	75.00	162.00	68.11	4638.76	315938.42	21518066.73
1995	120.50	159.00	65.11	4239.11	276001.53	17970023.90
1996	162.00	120.50	26.61	708.01	18838.98	501275.43
1997	86.00	116.50	22.61	511.14	11556.08	261264.82
1998	65.50	109.50	15.61	243.62	3802.57	59352.07
1999	71.99	98.00	4.11	16.88	69.35	284.90
2000	83.34	90.50	-3.39	11.50	-39.01	132.31
2001	82.00	87.50	-6.39	40.85	-261.11	1668.91
2002	159.00	86.00	-7.89	62.28	-491.46	3878.43
2003	87.50	85.50	-8.39	70.42	-590.92	4958.78
2004	82.50	83.50	-10.39	107.98	-1122.13	11660.74
2005	98.00	83.34	-10.55	111.36	-1175.09	12400.25
2006	116.50	82.50	-11.39	129.77	-1478.26	16839.75
2007	82.50	82.50	-11.39	129.77	-1478.26	16839.75
2008	83.50	82.00	-11.89	141.41	-1681.58	19996.69
2009	77.00	77.00	-16.89	285.33	-4819.60	81410.61
2010	109.50	75.00	-18.89	356.89	-6742.25	127371.72
2011	90.50	71.99	-21.90	479.57	-10502.06	229984.79
2012	85.50	65.50	-28.39	806.08	-22885.93	649767.79
2013	59.50	59.50	-34.39	1182.78	-40677.70	1398970.18
Jumlah	1877.83	1877.83	0.00	14273.50	532261.54	42886148.57

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan perhitungan diatas, didapat hasil :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = 27,41$$

$$CS = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3}$$

$$CS = 1,51$$

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$Ck = 5,23$$

Perhitungan untuk mencari dasar statistik pada distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut

Tabel 4. 3 Perhitungan Mencari Ck dan Cs untuk Distribusi Log Person Type III

Tahun	CH rata2	Ranking	(xi-x rata2)	(xi-x rata2) ²	(xi-x rata2) ³	(xi-x rata2) ⁴
1994	1.88	2.21	0.25187	0.06344	0.01598	0.00402
1995	2.08	2.20	0.24376	0.05942	0.01448	0.00353
1996	2.21	2.08	0.12334	0.01521	0.00188	0.00023
1997	1.93	2.07	0.10868	0.01181	0.00128	0.00014
1998	1.82	2.04	0.08177	0.00669	0.00055	0.00004
1999	1.86	1.99	0.03358	0.00113	0.00004	0.00000
2000	1.92	1.96	-0.00099	0.00000	0.00000	0.00000
2001	1.91	1.94	-0.01563	0.00024	0.00000	0.00000
2002	2.20	1.93	-0.02314	0.00054	-0.00001	0.00000
2003	1.94	1.93	-0.02568	0.00066	-0.00002	0.00000
2004	1.92	1.92	-0.03596	0.00129	-0.00005	0.00000
2005	1.99	1.92	-0.03679	0.00135	-0.00005	0.00000
2006	2.07	1.92	-0.04119	0.00170	-0.00007	0.00000
2007	1.92	1.92	-0.04119	0.00170	-0.00007	0.00000
2008	1.92	1.91	-0.04383	0.00192	-0.00008	0.00000
2009	1.89	1.89	-0.07115	0.00506	-0.00036	0.00003
2010	2.04	1.88	-0.08258	0.00682	-0.00056	0.00005
2011	1.96	1.86	-0.10035	0.01007	-0.00101	0.00010
2012	1.93	1.82	-0.14140	0.01999	-0.00283	0.00040
2013	1.77	1.77	-0.18313	0.03353	-0.00614	0.00112
Jumlah	39.15	39.15	0.00	0.24	0.02	0.01

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan perhitungan diatas, didapat hasil :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = 0,113$$

$$CS = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3}$$

$$CS = 0,91$$

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$Ck = 4,08$$

Dengan telah diketahuinya parameter dasar statistik di atas, dapat disimpulkan parameter statistik Cs dan Ck nya untuk menentukan distribusi mana yang akan digunakan.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4. 4 Parameter Statistik untuk Menentukan Distribusi yang Digunakan

Jenis Distribusi	Syarat		Hasil		Kesimpulan
	Ck	Cs	Ck	Cs	
Distribusi Normal	< 3	> 0	5,228	1,512	Tidak
Distribusi Gumbel	< 5,4	< 1,14	5,228	1,512	Tidak
Distribusi Log Pearson	~	-3 < Cs < 3	4,09	0,91	Memenuhi

Sumber : Hasil Ploting dan Perhitungan

Dari tabel di atas, disimpulkan distribusi yang dapat digunakan pada perhitungan adalah distribusi Log Pearson Type III, sedangkan distribusi Normal dan Gumbel tidak memenuhi syarat penggunaan.

4.1.3 Uji Chi-Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

χ^2 = parameter chi-kuadrat terhitung,

G = jumlah sub kelompok,

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I,

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i.

1. Distribusi Log Pearson Type III

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (G)} &= 1 + (1.33 \times \ln N) \\ &= 1 + (1.33 \times \ln 20) \\ &= 4,984324 \sim 5 \end{aligned}$$

$$\text{Interval peluang} = \frac{1}{G} = \frac{1}{5} = 0,20$$

Tabel 4. 5 Tabel Peluang Chi-Kuadrat

Peluang	k	Log xt
0.8	-1.068	1.84
0.6	-0.386	1.92
0.4	0.156	1.98
0.2	0.768	2.05

Sumber : Hasil Perhitungan dan Plotting

- $\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + k \times S_n$

Tabel 4. 6 Tabel Chi-Kuadrat untuk Distribusi Log Pearson Type III

No.	Batas	Nilai Batas		Oi	Ei	(Oi-Ei) ²	X ²
1	Batas 1	x>	1.84	2	4	-2	1
2	Batas 2	1.84 >x>	1.92	7	4	3	2.25
3	Batas 3	1.92 >x>	1.98	5	4	1	0.25
4	Batas 4	1.98 >x>	2.05	2	4	-2	1
5	Batas 5	2.05 >x		4	4	0	0
Jumlah				20	20		4.5

Sumber : Hasil Perhitungan

- Derajat Kebebasan (dk) = $G-R-1$
 $= 5-2-1$
 $= 2$

Kesimpulan dari perhitungan diatas :

Nilai kritis (K) = 5,991

X^2 = 4,5

Sehingga disimpulkan bahwa uji distribui Log Pearson Type III dapat digunakan.

- Dari hasil pengujian Chi-Kuadrat di atas, metode distribusi Log Pearson Type III dapat digunakan.

4.1.4 Uji Smirnov-Kolmogorov

Data distribusi yang akan diuji dengan uji ini adalah distribusi Gumbel dengan distribusi Log Pearson Type III.

1. Distribusi Log Person Type III

Untuk mengadakan pengujian, dilakukan plotting data hasil perhitungan distribusi Log Pearson Type III. Hasil plotting dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 7 Tabel Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson Type III

No	Xi	Log Xi	$P(x)=m/(n+1)$	$P(X<)$	$f(t)$	$P'(X)$	$P'(X<)$	D
1	162	2.21	0.0476	0.952	2.23	0.0129	0.9871	-0.03472
2	159	2.20	0.0952	0.905	2.15	0.0158	0.9842	-0.07944
3	120.5	2.08	0.1429	0.857	1.09	0.1379	0.8621	-0.00496
4	116.5	2.07	0.1905	0.810	0.96	0.1685	0.8315	-0.02198
5	109.5	2.04	0.2381	0.762	0.72	0.2358	0.7642	-0.0023
6	98	1.99	0.2857	0.714	0.29	0.3859	0.6141	0.100186
7	90.5	1.96	0.3333	0.667	-0.02	0.508	0.492	0.174667
8	87.5	1.94	0.3810	0.619	-0.15	0.5596	0.4404	0.178648
9	87	1.94	0.4286	0.571	-0.17	0.5675	0.4325	0.138929
10	86	1.93	0.4762	0.524	-0.21	0.5832	0.4168	0.10701
11	85.5	1.93	0.5238	0.476	-0.24	0.5948	0.4052	0.07099
12	83.5	1.92	0.5714	0.429	-0.33	0.6293	0.3707	0.057871
13	82.5	1.92	0.6190	0.381	-0.37	0.6443	0.3557	0.025252
14	82.5	1.92	0.6667	0.333	-0.37	0.6443	0.3557	-0.02237
15	82	1.91	0.7143	0.286	-0.40	0.6554	0.3446	-0.05889
16	77	1.89	0.7619	0.238	-0.64	0.7389	0.2611	-0.023
17	75	1.88	0.8095	0.190	-0.74	0.7704	0.2296	-0.03912
18	72	1.86	0.8571	0.143	-0.90	0.8159	0.1841	-0.04124
19	66	1.82	0.9048	0.095	-1.26	0.8962	0.1038	-0.00856
20	59.5	1.77	0.9524	0.048	-1.63	0.9484	0.0516	-0.00398

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.8 diatas, didapat D maks sebesar = 0,178. Dari tabel critical value ($\Delta\alpha$), nilai kritis D_0 untuk uji Smirnov-Kolmogorov, maka didapat :

$$n = 20$$

$$\alpha = 5\%$$

$$\text{harga } \Delta\alpha = 0,29$$

Hasil perhitungan yang disusun seperti pada tabel 4.9, didapat perbedaan atau selisih antara distribusi empiris dan distribusi teoritis, sehingga

$$\Delta_{\max} < \Delta\alpha$$

$$0,054 < 0,29$$

Jadi, distribusi Log Pearson Type III dapat diterima.

4.1.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah. Dari hasil uji distribusi dan uji kecocokan yang dilakukan maka perhitungan curah hujan rencana menggunakan Metode Distribusi Log Pearson Type III. Perhitungan curah hujan rencana dilakukan pada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Berdasarkan perhitungan Metode Distribusi Log Pearson Type III diperoleh nilai :

$$\overline{\text{LogX}} = 1,96$$

$$\overline{\text{SdLogX}} = 0,113$$

$$C_s = 0,91$$

• Untuk T = 2 Tahun

$$C_s = 1 \quad K = -0,164$$

$$C_s = 0,9 \quad K = -0,148$$

$$C_s = 0,91$$

$$K = -0,148 + \frac{-0,164 - (-0,148)}{1 - (0,9)} \times (0,91 - 0,9)$$

$$K = -0,149$$

$$\begin{aligned}\text{Log}\bar{X} &= \text{Log}\bar{X} + (K \cdot \text{SdLog}X) \\ \text{Log}\bar{X} &= 1,96 + (-0,149 \cdot 0,113) \\ \text{Log}\bar{X} &= 1,492 \\ X_t &= 10^{\text{Log}\bar{X}} \\ X_t &= 10^{1,492} \\ X_t &= 87,45 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4. 8 Perhitungan Curah Hujan Rencana

No	Periode Ulang (T) Tahun	Rata2 Log X	K	Sd	Log Xt	Xt
1	2	1.96	-0.149	0.113	1.942	87.45
2	5	1.96	0.768	0.113	2.050	112.20
3	10	1.96	1.339	0.113	2.110	128.69
4	25	1.96	2.021	0.113	2.186	153.62
5	50	1.96	2.502	0.113	2.241	174.05
6	100	1.96	2.963	0.113	2.293	196.18

4.1.6 Perhitungan Luas Tata Guna Lahan

Luas tata guna lahan dibutuhkan untuk perhitungan debit rencana yang terjadi.

Nilai koefisien pengaliran (C) yang diambil untuk beberapa tata guna lahan sebagai berikut :

Jalan	= 0,85
Permukiman	= 0,50
Ruang Terbuka Hijau	= 0,18
Jasa & perdagangan	= 0,85
Fasilitas Umum	= 0,20

Perhitungan koefisien pengaliran existing

Perhitungan koefisien pengaliran menggunakan rumus berikut:

$$C_{gab.} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Sebagai contoh perhitungan koefisien pengaliran existing pada Sal. Taman Gapura

Diketahui :

Luas total DAS Sal. Blok R

(A) = 234800m² ,terdiri dari :

Jasa & perdagangan (A₁)= 9325 m² ; C₁ = 0,85

Ruang Terbuka Hijau (A₂)= 6018.75 m² ; C₂ = 0,18

Jalan (A₃)= 41925.25 m² ; C₃ = 0,85

Pemukiman (A₄)= 203456 m² ; C₂ = 0,50

Fasilitas Umum (A₅)= 0 m² ; C₃ = 0,20

Koefisien Pengaliran (C) :

$$C_{gab.} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$C_{gab.} = \frac{0,85 \cdot 9325 + 0,18 \cdot 6018.75 + 0,85 \cdot 41925.25 + 0,50 \cdot 203456 + 0,20 \cdot 0}{234800}$$

$$C_{gab.} = 0.56$$

Rekap dari tata guna lahan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 9 Tata Guna Lahan

Saluran	Luas Total (A) m ²	Jasa dan perdagangan m ² 0.85	Ruang Terbuka Hijau m ² 0.18	Jalan m ² 0.85	Permukiman m ² 0.5	Fasilitas Umum m ² 0.2	C Gabungan
Taman Gapura	234800	9325	6018.75	41925.25	203456		0.56
Pakuwon Indah 7	96209	8275		24200	59025		0.62
Pakuwon Indah 6	279900	28275		50925	198475		0.60
Pakuwon Indah 5	278300			13525	264250		0.52
Pakuwon Indah 4	367600			67450	300950		0.56
Pakuwon Indah 3	254000			53725	199300		0.57
Pakuwon Indah 2	217900		13875	51625	152825		0.56
Pakuwon Indah 1	402900		18900	46600	337375		0.53
Pakuwon Indah 8	281800		282350				0.18
Ikip 1	210400					209450	0.20
Ikip 2	145400					146575	0.20
Ikip 3	163000					162450	0.20
Ikip 4	59000					59475	0.20

Tabel 4.9 Lanjutan

Saluran	Luas Total (A) m ²	Jasa dan perdagangan m ²	Ruang Terbuka Hijau m ²	Jalan m ²	Permukiman m ²	Fasilitas Umum m ²	C Gabungan
Lidah Kulon 3	103200			13850	88850		0.55
Lidah Kulon 4	112000			20325	91350		0.56
Lidah Wetan 1	99700		45475	11825	42000		0.40
Lidah Wetan 2	75600		75800				0.18
Lidah Wetan 3	71800			18900	53800		0.59
Menganti	56100			7300	47400		0.55

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.7 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Untuk perhitungan intensitas curah hujan berdasarkan hujan harian dari stasiun hujan digunakan rumus Dr. Mononobe .Perhitungan debit rencana ini menggunakan instensitas hujan periode ulang 5 tahun karena merupakan saluran sekunder, yaitu sebesar $R_5=112\text{mm/jam}$.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Dengan $t_c = t_0 + t_f$

Dimana :

$$t_0 = 0,144 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467}$$

Di mana : l = jarak dari titik terjauh ke inlet (m)

n_d = koefisien setara koefisien kekasaran

s = kemiringan medan

$$t_f = \frac{L}{V}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (\text{didapat dari hasil perhitungan kapasitas saluran})$$

Diketahui :

$$\text{Panjang Saluran (L)} = 1431.9 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi } (\Delta H) = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Miring Dasar Sal. (I}_0) = \frac{\Delta H}{L} = \frac{2,5}{1431,9} = 0.00574$$

Jarak titik terjauh DAS dengan inlet saluran L_0

$$L_0 = 435.75 \text{ m}$$

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c)

$$t_0 = 0,144 \times \left(0,1 \times \frac{435,75}{\sqrt{0,00574}} \right)^{0,467} = 0,47$$

$$V = 1.214 \text{ m/dt}$$

$$t_f = \frac{L}{V \cdot 3600} = \frac{1431.9}{1.214 \cdot 3600} = 0.328 \text{ jam}$$

$$t_c = 0,47 + 0,328 = 0,794 \text{ jam}$$

Tabel 4. 10 Tabel Waktu Konsentrasi

Saluran	L m	Lo m	Beda Tinggi	S	to jam	V m/det	tf jam	tc jam
Taman Gapura	1431.9	435.75	2.5	0.00574	0.47	1.214	0.328	0.794
Pakuwon Indah 7	305.05	151.45	1.79	0.01182	0.24	1.281	0.066	0.307
Pakuwon Indah 6	657.45	387.95	5	0.01289	0.37	0.789	0.232	0.598
Pakuwon Indah 5	888.65	182.7	0.05	0.00027	0.63	0.945	0.261	0.894
Pakuwon Indah 4	794.4	145.1	0.05	0.00034	0.54	1.058	0.209	0.747
Pakuwon Indah 3	427.4	554.4	5	0.00902	0.47	0.513	0.231	0.701
Pakuwon Indah 2	298.1	571.95	2.21	0.00386	0.58	0.466	0.178	0.759
Pakuwon Indah 1	842.05	475.3	2.5	0.00526	0.50	0.619	0.378	0.874
Pakuwon Indah 8	562.45	224.55	0.04	0.00018	0.77	0.930	0.168	0.938
Ikip 1	604.3	391.45	8.59	0.02194	0.32	0.811	0.207	0.531
Ikip 2	613	172.5	0.84	0.00487	0.31	0.727	0.234	0.549
Ikip 3	604	253.2	0.5	0.00197	0.46	0.760	0.221	0.685
Ikip 4	145	201.95	1	0.00495	0.34	0.270	0.149	0.486
Lidah Kulon 3	982	96.25	1.69	0.01756	0.18	0.868	0.314	0.492
Lidah Kulon 4	524	398.4	7	0.01757	0.34	0.467	0.311	0.656
Lidah Wetan 3	350	228.5	3	0.01313	0.28	0.402	0.242	0.526
Menganti	118	249.35	1	0.00401	0.39	0.425	0.077	0.468

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan pada titik tinjau LID0 menggunakan waktu konsentrasi terlama dari penjumlahan T_o dan T_f dari masing masing catchment area sampai titik tinjau.

Perhitungan T_c pada LID0

$$T_f = \frac{L_s}{V_s \cdot 3600}$$

$$T_f = \frac{0}{1,16 \cdot 3600}$$

$$T_f = 0$$

$$T_c = T_{c \text{ maks}} + T_f$$

$$T_c = 0.874 + 0$$

$$T_c = 0.874 \text{ Jam}$$

Tabel 4. 10 Tabel Waktu Konsentrasi pada Titik Tinjau

	Potongan	Ls	Vs	Tc maks	tf	tc
LID	0	0	1.16	0.874	0.000	0.874
LID	200	200	1.00	0.874	0.055	0.929
LID	400	200	1.51	0.929	0.037	0.966
LID	600	200	2.12	1.084	0.026	1.110
LID	800	200	2.55	1.110	0.022	1.132
LID	1000	200	1.84	1.132	0.030	1.162
LID	1200	200	1.59	1.162	0.035	1.197
LID	1400	200	1.82	1.197	0.031	1.227
LID	1600	200	1.21	1.227	0.046	1.273
LID	1800	200	1.60	1.273	0.035	1.308
LID	2000	200	1.14	1.308	0.049	1.357
LID	2100	100	1.29	1.357	0.022	1.378
LID	2200	100	0.90	1.378	0.031	1.409
LID	2400	200	1.20	1.409	0.046	1.455
LID	2600	200	1.14	1.455	0.049	1.504
LID	2800	200	1.36	1.504	0.041	1.545
LID	3000	200	1.02	1.545	0.055	1.599
LID	3200	200	0.99	1.599	0.056	1.655
LID	3400	200	1.61	1.655	0.035	1.690

Sumber : Hasil Perhitungan

Intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun

$R_{24} = 112 \text{ mm}$

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} = \left[\frac{112}{24} \right] \left[\frac{24}{0.874} \right]^{2/3} = 42.560 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan intensitas curah hujan seluruh saluran dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 10 Tabel Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Potongan		Tc Jam	I mm/jam
LID	0	0.874	42.560
LID	200	0.929	40.850
LID	400	0.966	39.808
LID	600	1.110	36.284
LID	800	1.132	35.816
LID	1000	1.162	35.193
LID	1200	1.197	34.506
LID	1400	1.227	33.931
LID	1600	1.273	33.113
LID	1800	1.308	32.525
LID	2000	1.357	31.741
LID	2100	1.378	31.410
LID	2200	1.409	30.948
LID	2400	1.455	30.289
LID	2600	1.504	29.631
LID	2800	1.545	29.108
LID	3000	1.599	28.442
LID	3200	1.655	27.797
LID	3400	1.690	27.417

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan intensitas curah hujan menunjukkan semakin kecil intensitasnya pada bagian hilir. Hal ini disebabkan oleh lama waktu konsentrasi.

4.1.8 Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana ini menggunakan instensitas hujan periode ulang 5 tahun, yaitu sebesar $R_5=112\text{mm/jam}$. Sehingga didapatkan debit rencana yang dapat dilihat pada tabel 4.12.

Dengan menggunakan metode Rasional perhitungan debit banjir rencana seperti persamaan berikut

$$Q=0,278 \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

Dari data yang telah diperoleh diatas maka dapat dihitung debit bajir rencananya. Sebagai contoh perhitungan debit banjir rencana metode Rasional sebagai berikut :

Perhitungan debit banjir rencana

LID000

Diketahui :

$$C = 0,525$$

$$I_5 = 46,34 \text{ mm/jam}$$

$$A = 0.4029 \text{ km}^2$$

Debit banjir rencana

$$Q=0,278 \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

$$Q= 0,278 \cdot 0,525 \cdot 42.560 \cdot 0,403$$

$$Q= 2,503 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan berikutnya bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 11 Tabel Perhitungan Debit Rencana

Potongan		C	I mm/jam	A km ²	Q m ³ /dt
LID	0	0.525	42.560	0.403	2.503
LID	200	0.538	40.850	0.621	3.793
LID	400	0.538	39.808	0.621	3.696
LID	600	0.559	36.284	2.132	12.006
LID	800	0.559	35.816	2.132	11.851
LID	1000	0.489	35.193	2.624	12.552
LID	1200	0.474	34.506	2.769	12.585
LID	1400	0.447	33.931	2.991	12.604
LID	1600	0.447	33.113	2.991	12.300
LID	1800	0.445	32.525	2.991	12.038
LID	2000	0.445	31.741	2.991	11.747
LID	2100	0.449	31.410	3.103	12.169
LID	2200	0.449	30.948	3.103	11.990
LID	2400	0.454	30.289	3.263	12.462
LID	2600	0.457	29.631	3.334	12.536
LID	2800	0.457	29.108	3.334	12.315
LID	3000	0.457	28.442	3.334	12.033
LID	3200	0.457	27.797	3.334	11.760
LID	3400	0.457	27.417	3.334	11.600

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan tabel diatas menunjukkan debit yang terjadi pada hilir saluran lebih kecil dibandingkan sebelum hilir saluran. Hal ini diakibatkan bentuk DAS yang lebar pada bagian hulu dan sangat mengerucut pada bagian hilir.

4.2 ANALISA HIDROLIKA

4.2.1 Analisa Kapasitas Eksisting Saluran

Analisa kapasitas eksisting saluran (full bank capacity) merupakan analisa hidrolika dengan maksud untuk mengevaluasi kapasitas tampung saluran dengan debit banjir rencana.

Full Bank Capacity adalah besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

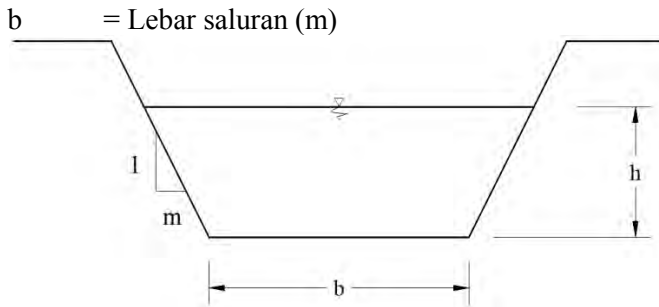
Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan. Oleh karena itu rumus ini dapat digunakan secara luas sebagai rumus aliran seragam dalam kapasitas saluran.

Berdasarkan data kondisi eksisting diketahui bahwa saluran berpenampang trapesium, Kapasitas saluran dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot v \\ A &= (b + m \cdot h) h \\ v &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot 1^{1/2} \\ P &= b + 2h\sqrt{1 + m^2} \\ R &= A/P \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q &= \text{Debit saluran (m}^3/\text{dt)} \\ v &= \text{Kecepatan aliran (m/dt)} \\ A &= \text{Luas penampang basah (m}^2\text{)} \\ n &= \text{Koefisien kekasaran Manning} \\ R &= \text{Jari – jari hidrolis (m)} \\ I_o &= \text{Kemiringan dasar saluran} \\ P &= \text{Keliling basah saluran (m)} \\ h &= \text{Kedalaman saluran (m)} \end{aligned}$$



Gambar 4.1 Penampang Saluran

Saluran LID000

Data Saluran :

- Luas penampang basah (A) = 4,69 m²
- Keliling basah (P) = 7,36 m
- Koef. Kekasaran Manning = 0,03
- Kemiringan dasar saluran (I) = 0,0022
- Jari – jari hidrolis :

$$\begin{aligned}
 R &= A/P \\
 &= 4,69/7,36 \\
 &= 0,64 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran :

$$\begin{aligned}
 v &= 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \\
 &= 1/0,03 \cdot 0,64^{2/3} \cdot 0,0022^{1/2} \\
 &= 1,16 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

- Debit saluran :

$$\begin{aligned}
 Q &= V \cdot A \\
 &= 1,16 \cdot 4,69 \\
 &= 5,43 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data-data yang ada, yaitu data potongan memanjang dan potongan melintang, didapatkan hasil

perhitungan kapasitas eksisting saluran. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut.

Tabel 4. 12 Tabel Perhitungan Kapasitas Eksisting Saluran

Potongan	A (m ²)	P (m)	I	R (m)	V (m/dt)	Q (m ³ /dt)
LID000	4.69	7.36	0.0022	0.64	1.16	5.43
LID200	6.15	8.31	0.0014	0.74	1.00	6.16
LID400	6.03	6.97	0.0025	0.87	1.51	9.12
LID600	6.13	5.02	0.0031	1.22	2.12	13.00
LID800	4.83	5.71	0.0073	0.85	2.55	12.30
LID1000	12.46	11.54	0.0028	1.08	1.84	22.92
LID1200	11.29	17.2	0.0040	0.66	1.59	17.98
LID1400	4.43	5.68	0.0042	0.78	1.82	8.06
LID1600	7.65	7.32	0.0013	1.05	1.21	9.28
LID1800	8.62	8.73	0.0024	0.99	1.60	13.81
LID2000	8.15	11.28	0.0018	0.72	1.14	9.28
LID2100	7.65	5.64	0.0010	1.36	1.29	9.88
LID2200	12.14	17.72	0.0012	0.69	0.90	10.89
LID2400	15.91	13.06	0.0010	1.22	1.20	19.13
LID2600	9.17	11.87	0.0017	0.77	1.14	10.45
LID2800	8.05	10.38	0.0024	0.78	1.36	10.98
LID3000	11.16	11.77	0.0010	0.95	1.02	11.35
LID3200	11.43	12.51	0.0010	0.91	0.99	11.34
LID3400	27.66	16.81	0.0012	1.65	1.61	44.52

Sumber : Hasil Plotting dan Perhitungan

4.2.2 Perbandingan Kemampuan Saluran dengan Debit Rencana

Untuk mengetahui permasalahan yang terjadi, dengan membandingkan kemampuan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana yang telah dihitung sebelumnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut.

Tabel 4. 13 Tabel Perbandingan Kemampuan Saluran dengan Debit Rencana

Potongan	Q Banjir m ³ /dt	Q Saluran m ³ /dt	Keterangan
LID 0	2.50	5.43	memenuhi
LID 200	3.79	6.16	memenuhi
LID 400	3.70	9.12	memenuhi
LID 600	12.01	13.00	memenuhi
LID 800	11.85	12.30	memenuhi
LID 1000	12.55	22.92	memenuhi
LID 1200	12.59	17.98	memenuhi
LID 1400	12.60	8.06	tidak memenuhi
LID 1600	12.30	9.28	tidak memenuhi
LID 1800	12.04	13.81	memenuhi
LID 2000	11.75	9.28	tidak memenuhi
LID 2100	12.17	9.88	tidak memenuhi
LID 2200	11.99	10.89	tidak memenuhi
LID 2400	12.46	19.13	memenuhi
LID 2600	12.54	10.45	tidak memenuhi
LID 2800	12.32	10.98	tidak memenuhi
LID 3000	12.03	11.35	tidak memenuhi
LID 3200	11.76	11.34	tidak memenuhi
LID 3400	11.60	44.52	memenuhi

Sumber : Hasil Plotting dan Perhitungan

4.3 ANALISA BACK WATER

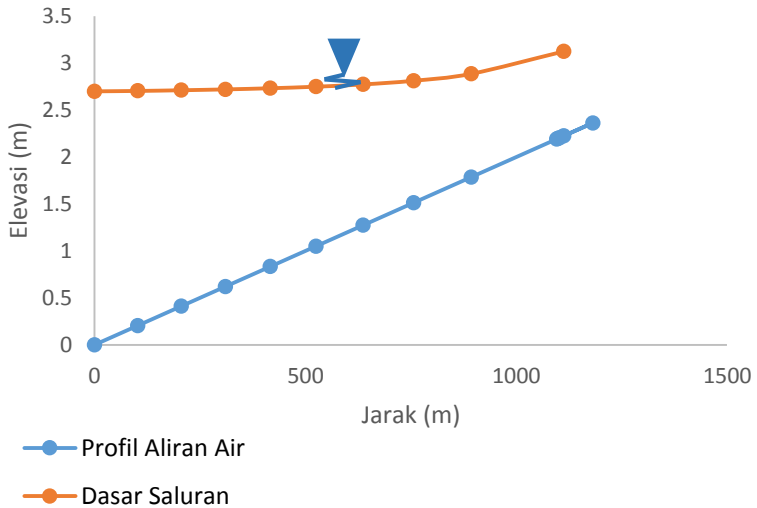
Pada analisa aliran back water ini dianggap tidak terjadi permasalahan dikarenakan elevasi saluran primer lebih rendah dibandingkan elevasi saluran sekunder.

Namun, dapat dihitung jarak aliran back water yang terjadi pada saluran sekunder akibat elevasi tertinggi pada saluran primer yaitu 2,7 m dari dasar saluran sekunder. Analisa aliran Back Water ini menggunakan metode Integrasi Grafik. Bentuk penampang saluran dianggap seragam berbentuk trapesium. Perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut.

Tabel 4. 14 Tabel Perhitungan Aliran Back Water

B	y	T	A	L miring	P	R	$R^{2/3}$	K	Z	dz/dy	Δx	X
m	m	m	m ²	m	m	m					m	m
7.5	2.7	12.9	27.54	3.82	15.14	1.82	1.49	2038.53	40.24	505.87	0	0
7.5	2.5	12.5	25	7.83	23.16	1.08	1.05	1306.50	35.36	516.03	102	102
7.5	2.3	12.1	22.54	6.81	21.11	1.07	1.04	1169.37	30.76	520.07	104	206
7.5	2.1	11.7	20.16	5.86	19.22	1.05	1.03	1033.73	26.46	525.85	105	310
7.5	1.9	11.3	17.86	4.99	17.48	1.02	1.01	899.97	22.45	534.53	106	416
7.5	1.7	10.9	15.64	4.19	15.89	0.98	0.99	768.69	18.73	548.44	108	525
7.5	1.5	10.5	13.5	3.47	14.45	0.93	0.96	640.80	15.31	572.84	112	637
7.5	1.3	10.1	11.44	2.83	13.16	0.87	0.91	517.52	12.18	621.97	119	756
7.5	1.1	9.7	9.46	2.26	12.02	0.79	0.85	400.56	9.34	749.59	137	893
7.5	0.9	9.3	7.56	1.76	11.02	0.69	0.78	292.11	6.82	1443.90	219	1113

Sumber : Hasil Plotting dan Perhitungan



Gambar 4 1 Profil Back Water

Hasil perhitungan pada tabel diatas yaitu terjadi aliran back water dengan jarak sejauh 1,113 kilometer dari hilir saluran sekunder.

Dengan profil hasil perhitungan, diplotkan pada data elevasi tanggul saluran dan didapat hasil bahwa tidak terjadi permasalahan akibat aliran back water.

4.4 ANALISA LONG STORAGE

4.4.1 Perhitungan Debit Masuk pada Long Storage

Data yang dibutuhkan :

1. Waktu konsentrasi
 $T_c = 1.197$ jam
2. Curah hujan harian rata-rata periode ulang 5 tahun
 $R_5 = 112$ mm/jam
3. Intensitas curah hujan
 $I = 34,506$ mm/jam
4. Luas daerah pengaruh
 $A = 2,77$ km²
5. Koefisien tata guna lahan gabungan
 $C = 0,474$

Sehingga,

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,474 \times 36,976 \times 2,77$$

$$Q = 12,585 \text{ m}^3/\text{dt}$$

4.4.2 Perhitungan Kapasitas Long Storage

Perhitungan ini merupakan perhitungan kebutuhan kapasitas minimum long storage yang dibutuhkan. Perhitungan berdasarkan debit yang akan masuk pada penampung dan kemampuan saluran sekunder untuk membuang air keluar tampungan.

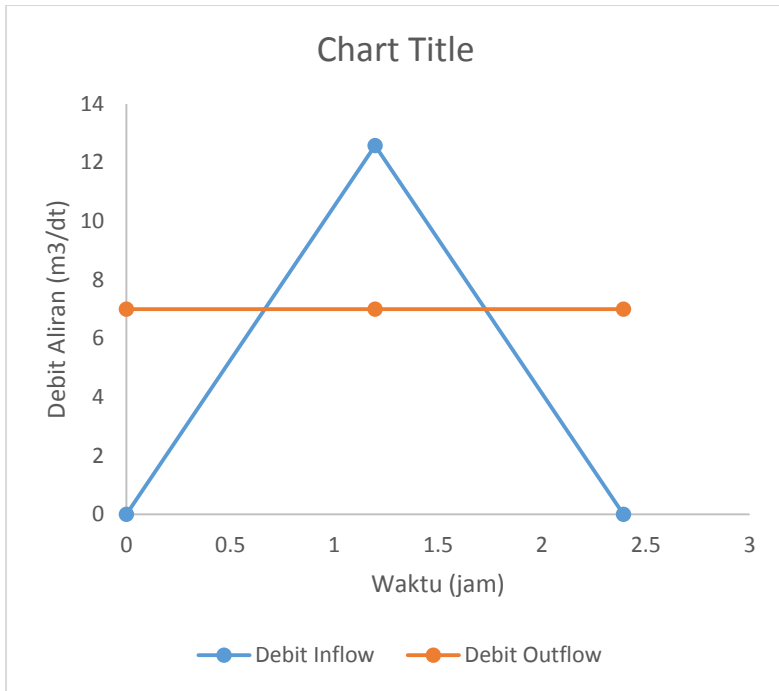
Perhitungan dengan data :

$$T_c = 1.197 \text{ jam}$$

$$2t_c = 2,394 \text{ jam}$$

$$Q_{\text{inflow}} = 12,585 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{\text{outflow}} = 7 \text{ m}^3/\text{dt}$$



Gambar 4 2 Hidrograf Banjir

Sehingga kapasitas minimum long storage yang dibutuhkan adalah luas segitiga di atas garis debit kapasitas saluran.

$$L = \frac{1}{2} \times t \times l$$

$$L = \frac{1}{2} \times 5,585/\text{dt} \times 1,05 \text{ jam}$$

$$L = \frac{1}{2} \times 5,585 \text{ m}^3/\text{dt} \times 3780 \text{ detik}$$

$$L = 10556,45 \text{ m}^3$$

Didapat volume tampungan sebesar 10556,45 m³

4.4.2 Perencanaan Dimensi Long Storage

Dengan volume tampungan yang dibutuhkan yaitu sebesar 24375 m^3 , maka direncanakan dimensi berdasarkan tempat yang tersedia di lapangan yaitu :

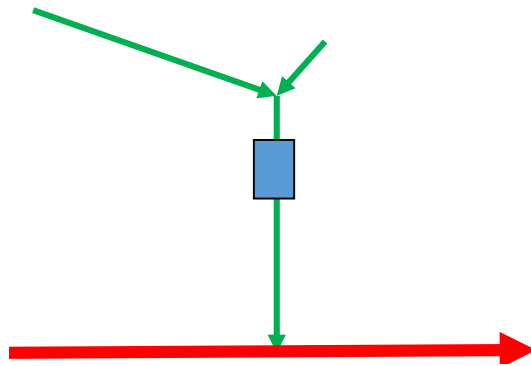
Panjang = 250 meter

Lebar = 20 meter




Kedalaman = 3 meter

Sehingga didapat volume = 15000 m^3

4.4.3 Perencanaan Sistem Tampungan



Gambar 4 3 Sistem Tampungan

-  = Saluran Lidah (sekunder)
-  = Saluran Kedurus (primer)
-  = Tampungan / Long Storage

4.4.4 Perhitungan Debit Banjir Setelah dibuat Long Storage

Pengecekan ulang debit banjir yang terjadi setelah dibuat long storage untuk memastikan bahwa pembuatan tampungan memberikan dampak penurunan debit yang akan diterima oleh saluran.

Saluran yang akan ditinjau adalah saluran yang posisinya di bawah daripada tampungan. Yaitu potongan LID1400 hingga pongan seterusnya sampai hilir saluran.

Perhitungan pengecekan ulang debit yang terjadi dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut.

Tabel 4. 15 Tabel Perhitungan Debit Banjir Setelah Pembuatan Long Storage

Potongan		A Km ²	C	I mm/jam	Q m ³ /dt
LID	1400	0.2976	0.1949	50.04	0.81
LID	1600	0.2976	0.1949	47.93	0.77
LID	1800	0.3973	0.1460	46.47	0.75
LID	2000	0.3973	0.1460	44.60	0.72
LID	2100	0.5093	0.2379	43.83	1.47
LID	2200	0.5093	0.2379	42.78	1.44
LID	2400	0.6686	0.3115	41.32	2.39
LID	2600	0.7404	0.3386	39.92	2.78
LID	2800	0.7404	0.3386	38.83	2.70
LID	3000	0.7404	0.3386	37.48	2.61
LID	3200	0.7404	0.3386	36.21	2.52
LID	3400	0.7404	0.3386	35.48	2.47

Sumber : Hasil Perhitungan dan Plotting

Setelah didapat hasil rencana, ditambahkan dengan debit outflow tampungan, yaitu sebesar $7 \text{ m}^3/\text{dt}$. Debit outflow yang terjadi sepanjang saluran diasumsikan tetap.

Sehingga didapat debit total yang terjadi pada saluran. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut.

Tabel 4. 16 Tabel Debit Total Banjir dan Outflow Tampungan

Potongan	Q	Q	Q Total
	Banjir	outflow	
	m^3/dt	m^3/dt	m^3/dt
LID1400	0.81	7	7.81
LID1600	0.77	7	7.77
LID1800	0.75	7	7.75
LID2000	0.72	7	7.72
LID2100	1.47	7	8.47
LID2200	1.44	7	8.44
LID2400	2.39	7	9.39
LID2600	2.78	7	9.78
LID2800	2.70	7	9.70
LID3000	2.61	7	9.61
LID3200	2.52	7	9.52
LID3400	2.47	7	9.47

Sumber : Hasil Perhitungan dan Plotting

Hasil debit yang terjadi pada saluran dapat dibandingkan dengan kapasitas saluran. Rekap kapasitas saluran dengan debit banjir dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4. 17 Tabel Perbandingan Debit yang Terjadi dengan Kapasitas Saluran

Potongan	Q Rencana m ³ /dt	Q Saluran (m ³ /dt)	Keterangan
LID1400	7.81	8.06	memenuhi
LID1600	7.77	9.28	memenuhi
LID1800	7.75	13.81	memenuhi
LID2000	7.72	9.28	memenuhi
LID2100	8.47	9.88	memenuhi
LID2200	8.44	10.89	memenuhi
LID2400	9.39	19.13	memenuhi
LID2600	9.78	10.45	memenuhi
LID2800	9.70	10.98	memenuhi
LID3000	9.61	11.35	memenuhi
LID3200	9.52	11.34	memenuhi
LID3400	9.47	44.52	memenuhi

Sumber : Hasil Plotting

Dengan hasil diatas, dapat disimpulkan bahwa pembuatan tampungan atau long storage dapat membantu mengurangi debit puncak yang terjadi, sehingga saluran mampu menampung debit banjir.

4.4.5 Perencanaan Pintu Air dan Operasi Pintu

Pintu air direncanakan dengan lebar 1 meter dengan tinggi 3 meter dan dengan debit outflow 7 m³/dt. Debit aliran air tergantung dari ketinggian air tampungan dan besarnya bukaan pintu.

Perhitungan besarnya bukaan pintu menggunakan rumus:

$$Q = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \times 9,8 \times \Delta h}$$

Keterangan :

Q = Debit (m³/dt) = 7 m³/dt

μ = Koefisien Debit = 0,80

a = Bukaan Pintu (m)

b = Lebar Pintu (m) = 1 m

Δh = Beda Tingi Muka Air Sebelum dan Sesudah Pintu

Untuk perhitungan tinggi air tampungan 2 m: Tinggi air pada saluran yaitu setinggi 1,3 meter pada debit 7 m³/dt. Sehingga $\Delta h = 2,2 \text{ m} - 1,3 \text{ m} = 0,9 \text{ m}$

$$Q = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \times 9,8 \times \Delta h}$$

$$Q = 0,8 \times a \times 1 \times \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,9}$$

$$a = 2,08 \text{ m}$$

Perhitungan tinggi bukaan pintu dapat dilihat pada tabel 4.18

Tabel 4.18 Tabel Perhitungan Tinggi Bukaan Pintu

Tinggi Air Tampungan m	b m	a m	Tinggi Air Saluran m	Δh m	Q m ³ /dt
2.2	1	2.08	1.3	0.9	7
2.3	1	1.98	1.3	1	7
2.4	1	1.88	1.3	1.1	7

2.5	1	1.80	1.3	1.2	7
-----	---	------	-----	-----	---

Tabel 4.18 Lanjutan

Tinggi Air Tampungan	b	a	Tinggi Air Saluran	Δh	Q
m	m	m	m	m	m ³ /dt
2.6	1	1.73	1.3	1.3	7
2.7	1	1.67	1.3	1.4	7
2.8	1	1.61	1.3	1.5	7
2.9	1	1.56	1.3	1.6	7
3	1	1.52	1.3	1.7	7

Sumber : Hasil Plotting

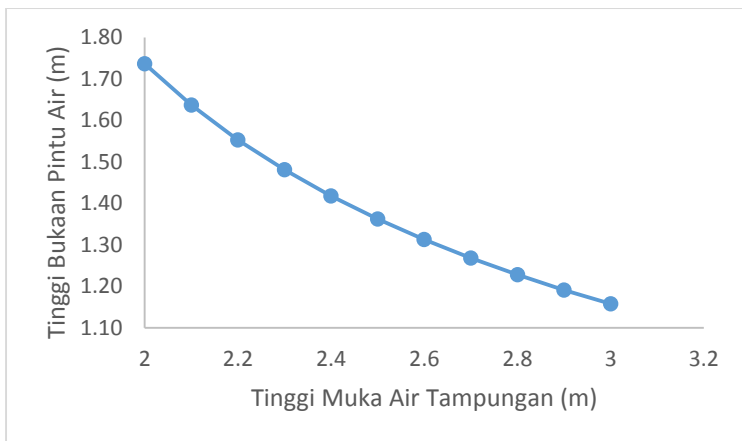
Sehingga didapat tabel operasional pintu air berikut.

Tabel 4.19 Tabel Operasional Pintu Air

Elevasi Muka air (m)	Bukaan Pintu Air (m)
2.2	2.08
2.3	1.98
2.4	1.88
2.5	1.80
2.6	1.73
2.7	1.67
2.8	1.61
2.9	1.56
3	1.52

Sumber : Hasil Plotting

Berikut grafik hubungan antara tinggi bukaan dngan tinggi muka air tampungan.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Buka Pintu dengan Tinggi Air Tampungan

BAB V

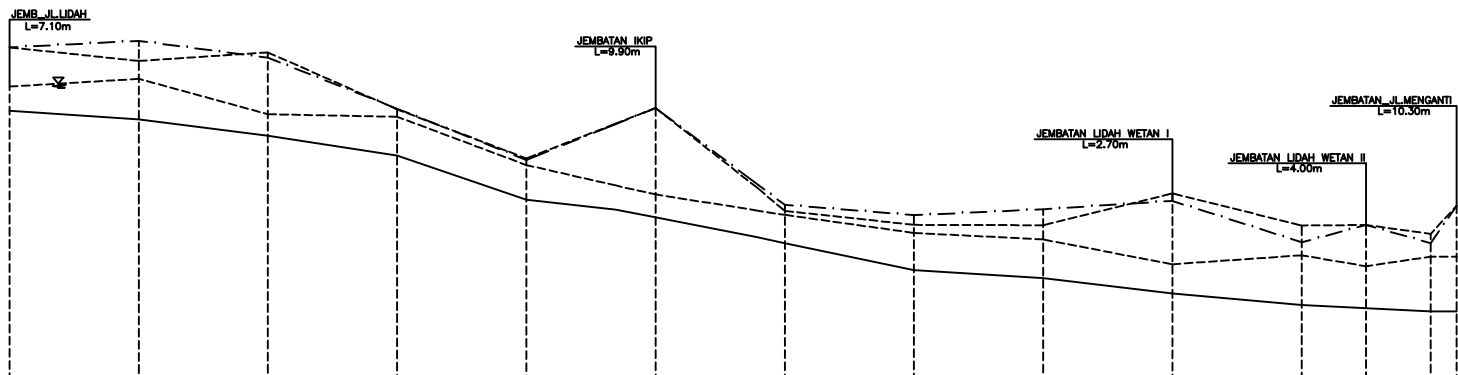
KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan perhitungan dalam Pengendalian Banjir daerah Lidah Wetan Kecamatan Wiyung Kota Surabaya bahwa :

1. Saluran eksisting tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi.
2. Solusi yang diambil untuk mengatasi kapasitas saluran eksisting adalah dengan membuat tampungan dengan kapasitas 15.000m^3
3. Dimensi pintu direncanakan dengan lebar 1 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeko. (2018). *Surabaya Drainage Master Plan*. Surabaya.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Triatmodjo, B. (2011). *Hidrolika II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.



DATUM : APP

NO	NOMOR PATOK														
		LID00000	LID00200	LID00400	LID00600	LID00800	LID01000	LID01200	LID01400	LID01600	LID01800	LID02000	LID02100	LID02200	LID02240
J A R A K	JARAK PARSIHAL		200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	100.000	100.000	40.000
	JARAK KUMULATIF	0.000	200.000	400.000	600.000	800.000	1000.000	1200.000	1400.000	1600.000	1800.000	2000.000	2100.000	2200.000	2240.000
ELEVASI EXISTING	ELEVASI TANGGUL KANAN - - - - -	14.666	14.946	15.211	12.943	11.928	13.488	10.303	9.872	9.859	10.841	9.851	9.866	8.676	10.462
	ELEVASI TANGGUL KIRI - - - - -	14.665	15.568	15.045	13.178	11.882	13.487	10.489	10.170	10.353	10.612	9.331	9.867	9.301	10.463
	ELEVASI MUKA AIR - - - - -	4.102	4.681	3.235	3.217	1.724	0.814	10.541	9.622	9.419	8.650	8.229	8.886	9.194	9.190
	ELEVASI DASAR SALURAN - - - - -	4.102	4.681	3.235	3.217	1.724	0.814	10.541	9.622	9.419	8.650	8.229	8.886	9.194	9.190



POTONGAN MEMANJANG

SKALA HORIZONTAL 1 : 100

SKALA VERTICAL 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Met
MacDonald
England
In association with:
PT Tricon Jaya

Sistem

Kedurus

Nama Saluran

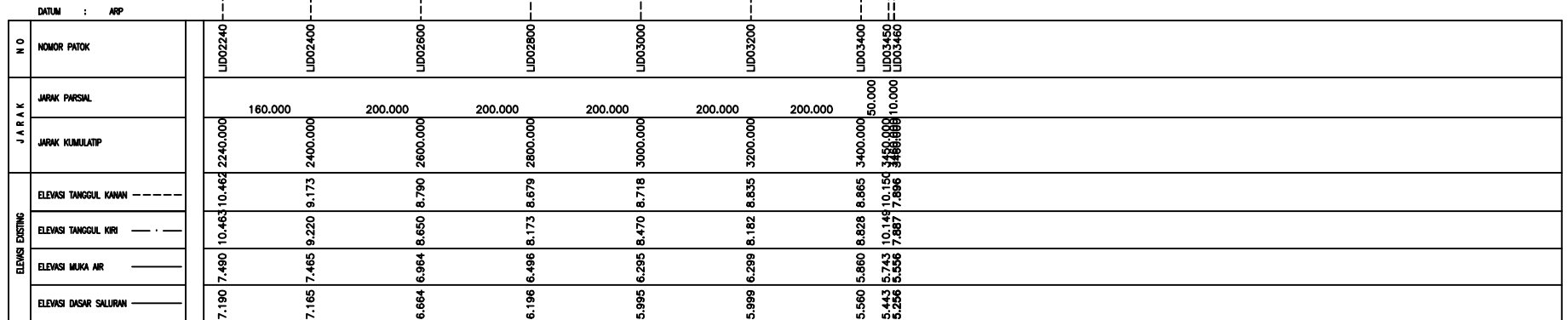
Lidah

Kode File

[K-02]

No Lembar

Long 01

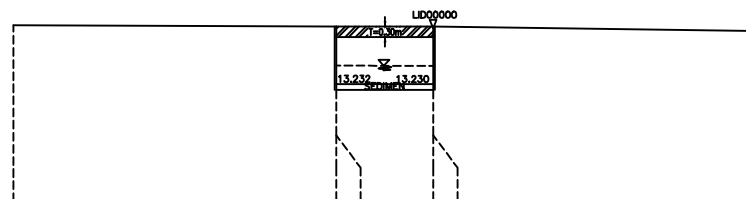


SKALA VERTICAL 1 : 200




in association with

Long 02



Datum : ARP

ELEVENSI	ELEVASI YANG ADA	15.082	16.015	13.408	13.402	15.016	14.877
J A R A K	JARAK PARISAL (m)	10.000	0.000	3.000	0.000	10.000	
	JARAK KUMULATIF	0.000	10.000	10.000	13.000	13.000	23.000

 POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Met
MacDonald
England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

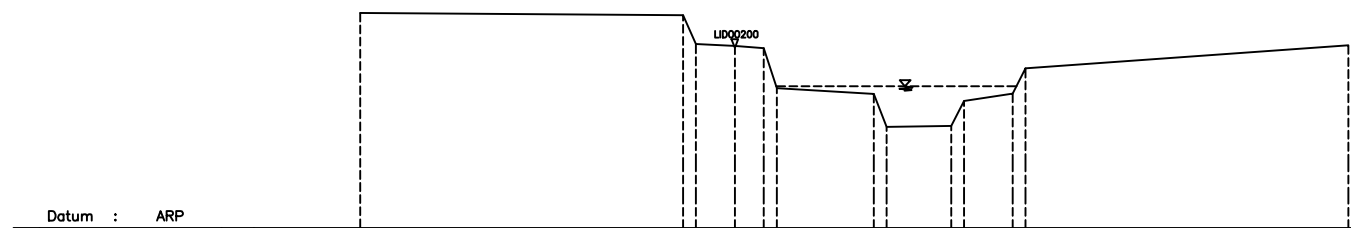
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Long 01



Datum : ARP

ELEVASI	ELEVASI YANG ADA	16.661	16.586	15.687	15.634	15.566	14.331	14.146	13.131	13.161	13.632	14.156	14.946	15.655
JARAK	JARAK PARSHAL (m)	10.000	0.400	1.200	0.800	0.400	3.000	0.400	2.000	0.400	1.500	0.400	10.000	
	JARAK KUMULATIF	0.000	10.000	10.400	11.600	12.500	12.900	15.900	16.300	18.300	18.700	20.200	20.600	30.600

LID
00200 POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott MacDonald England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

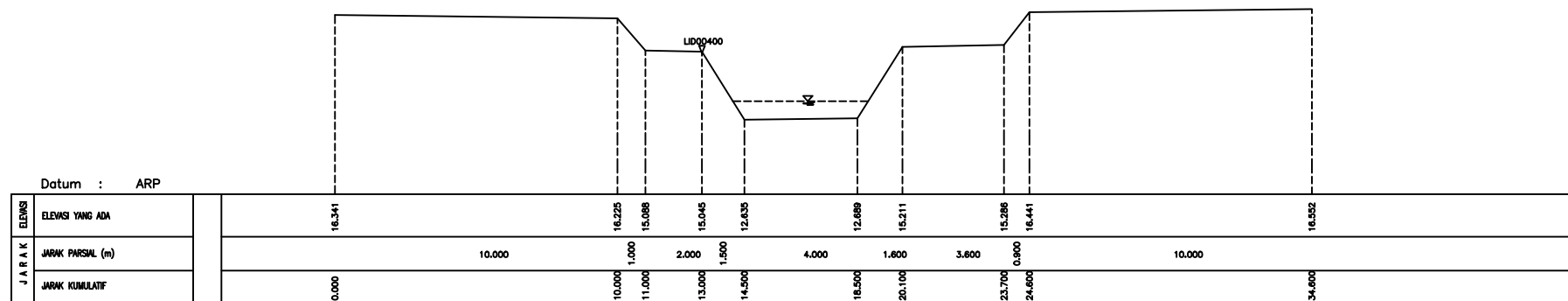
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 02



LID 00400 POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Met
MacDonald
England
In association with: PT Tricon Jaya

Sistem

Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 03

Datum : ARP

ELEWS	ELEWSI YANG ADA	13.833	13.727	13.676	12.028	12.017	13.443	13.467
J A R A K	JARAK PARSIAL (m)	10.000	1.000	0.400	3.700	0.500	10.000	
	JARAK KUMULATIF	0.000	10.000	11.000	11.400	15.100	15.100	25.000

LID 00600
POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Met
MacDonald
England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

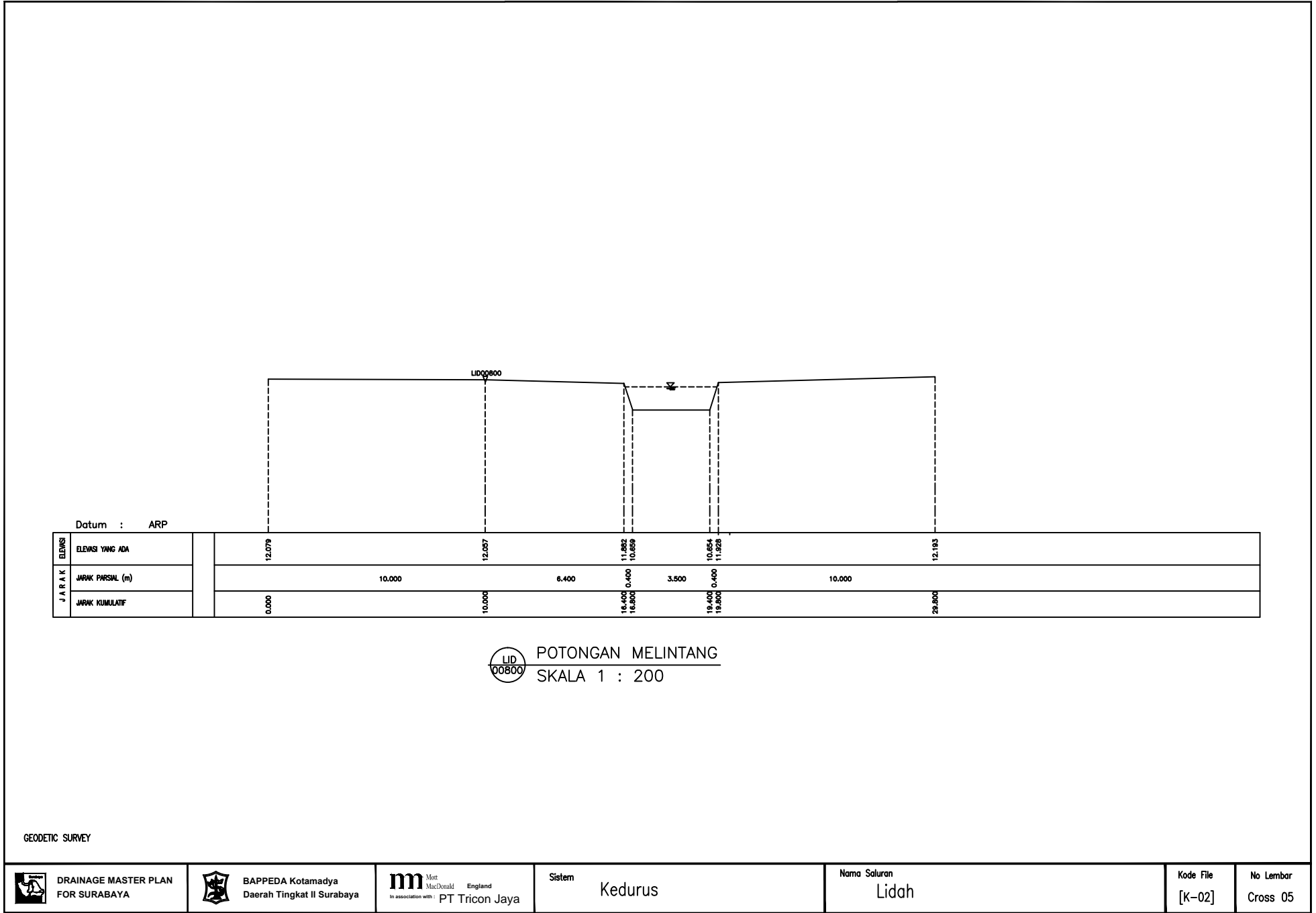
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 04



GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott MacDonald
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

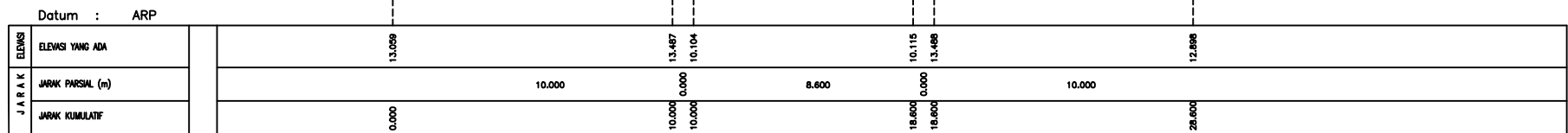
Kedurus

Nama Saluran

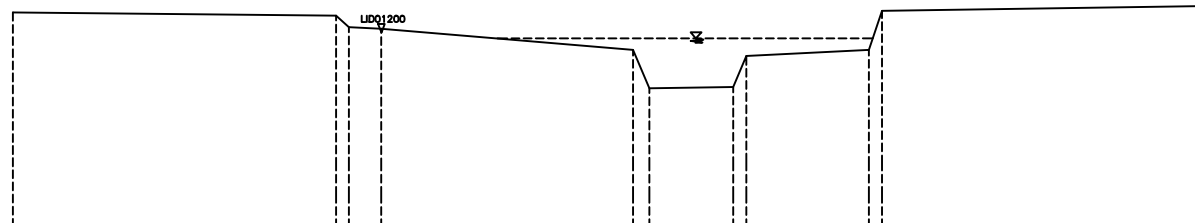
Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 05



POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200



Datum : ARP

J A R A K	ELEWASI YANG ADA	11.848	11.548	11.187	11.143	10.488	9.301	9.343	10.303	10.488	11.683	11.848
	JARAK PARSIAL (m)	10.000	0.400	1.000	7.800	0.500	2.600	0.400	3.800	0.400	10.000	
	JARAK KUMULATIF	0.000	10.000	10.400	11.400	19.200	19.700	22.300	22.700	28.500	28.900	38.900

POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

LID
01200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Met
MacDonald England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

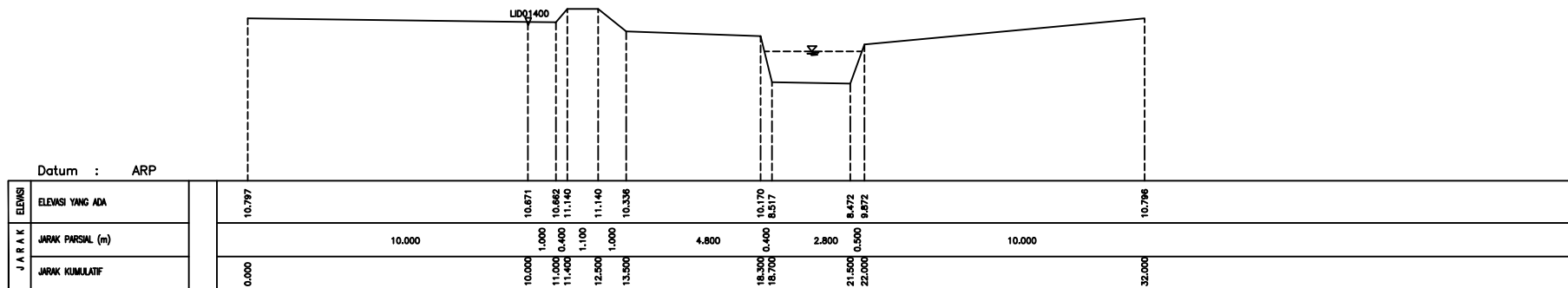
Kedurus


Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 07




 POTONGAN MELINTANG
 SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott MacDonald England
In association with: PT Tricon Jaya

Sistem

Kedurus

Nama Saluran

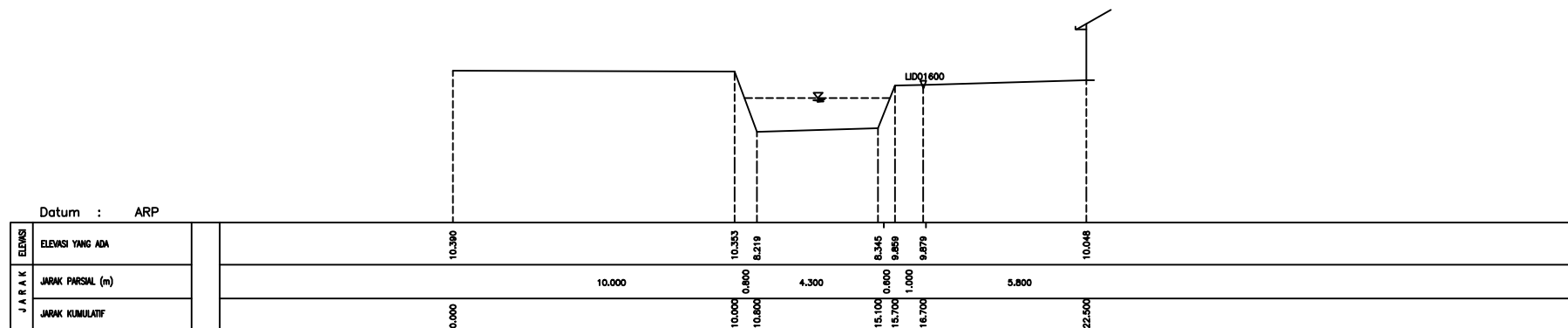
Lidah

Kode File

[K-02]

No Lembar

Cross 08



POTONGAN MELINTANG
 SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mett
 MacDonald
 England
 In association with: PT Tricon Jaya

Sistem

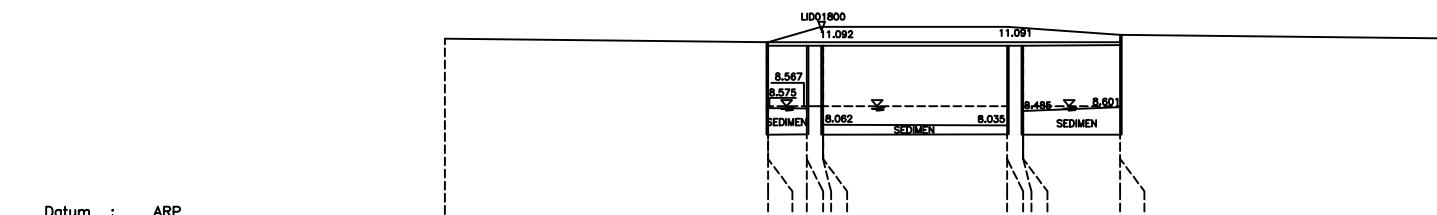
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 09



Datum : ARP

J A R A K	ELEVENSI													
	ELEVENSI YANG ADA	10.723	10.812	7.792	7.797	10.808	7.796	7.790	10.810	7.791	7.790	10.817	10.735	
	JARAK PARIAL (m)	10.000	0.000	1.000	0.000	0.500	0.000	5.700	0.000	0.500	0.000	3.000	0.000	10.000
	JARAK KUMULATIF	0.000	10.000	10.000	11.000	11.500	11.500	17.400	17.400	17.900	17.900	20.900	20.900	30.900



POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Met
MacDonald
England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

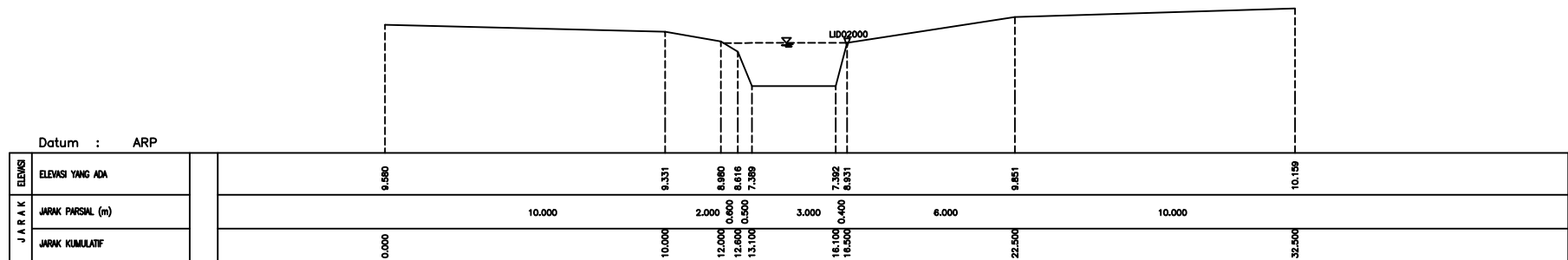
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 10



LID 02000 POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott MacDonald England
In association with: PT Tricon Jaya

Sistem

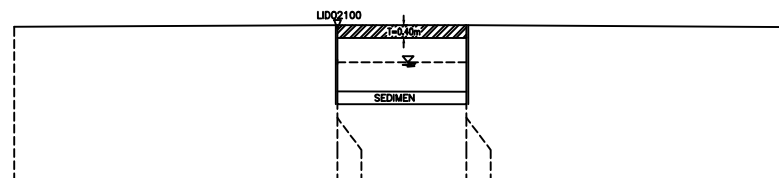
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 11



Datum : ARP

ELEMEN	ELEVASI YANG ADA	9.818	9.867	7.288	7.288	9.868	9.810
J A R A K	JARAK PARSIKAL (m)	10.000	0.000	4.000	0.000	10.000	
J A R A K	JARAK KUMULATIF	0.000	10.000	10.000	14.000	14.000	24.000

POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

LID
02100

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott
MacDonald England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

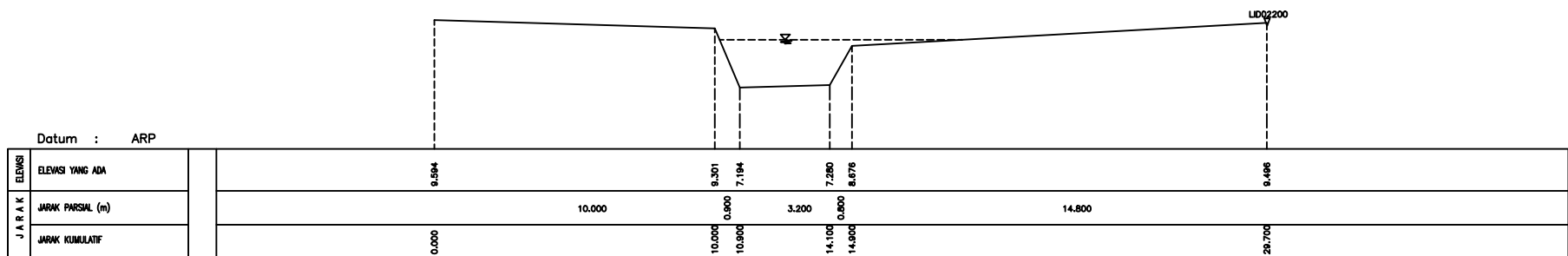
Kedurus


Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 12



 POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott MacDonald England
In association with: PT Tricon Jaya

Sistem

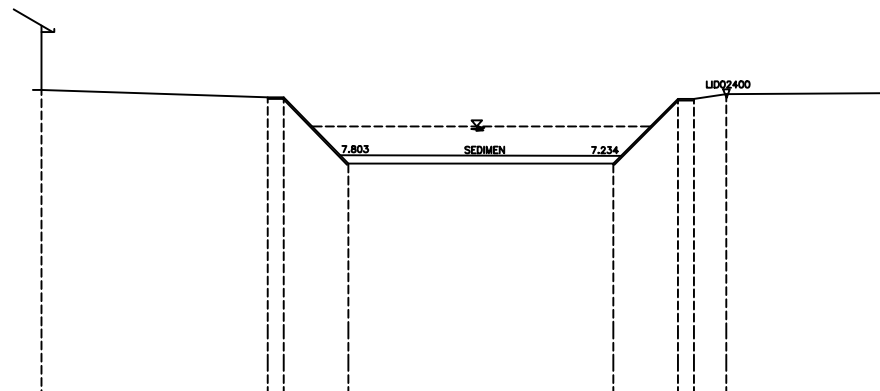
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 13



Datum : ARP

J A R A K	ELEVENSI YANG ADA	9.274	9.500	9.500	6.995	6.967	9.003	9.003	9.147	9.174
	JARAK PARSHAL (m)	7.000	0.500	2.000	8.200	2.000	0.500	1.000	5.000	
	JARAK KUMULATIF	0.000	7.000	7.500	9.500	17.700	19.700	20.200	21.200	26.200



POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Met
MacDonald
England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

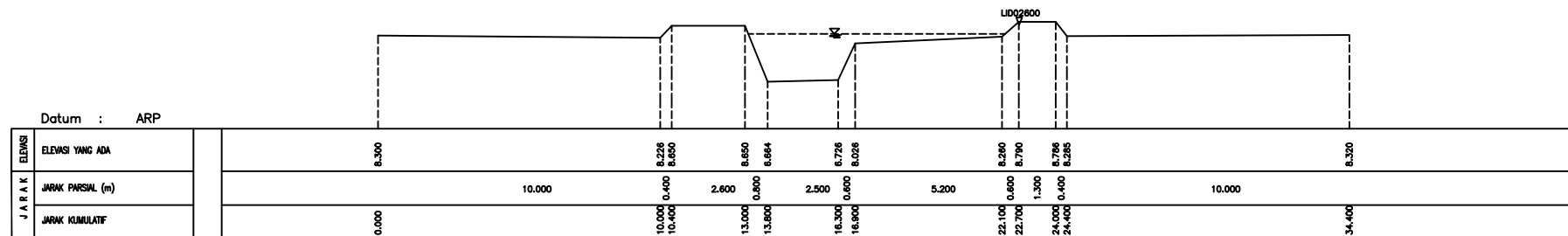
Kedurus


Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 14




 POTONGAN MELINTANG
 SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Met
MacDonald England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

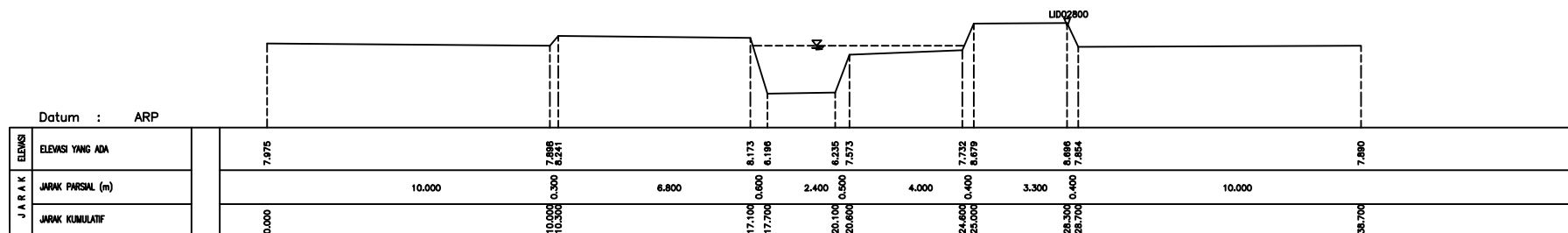
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 15



POTONGAN MELINTANG
 SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott MacDonald England
 In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

Kedurus

Nama Saluran

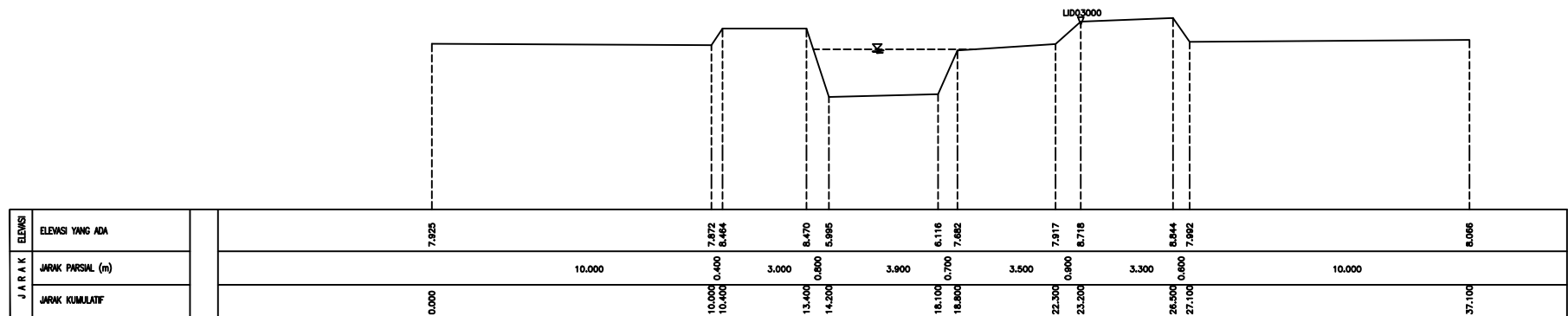
Lidah

Kode File

[K-02]

No Lembar

Cross 16



POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott MacDonald England
In association with: PT Tricon Jaya

Sistem

Kedurus

Nama Saluran

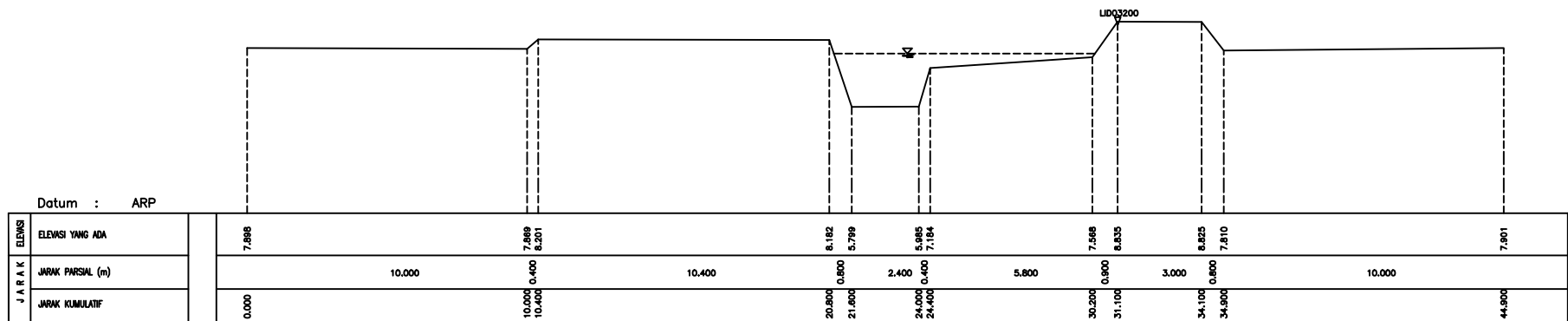
Lidah

Kode File

[K-02]

No Lembar

Cross 17



LID
03200

POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott
MacDonald England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

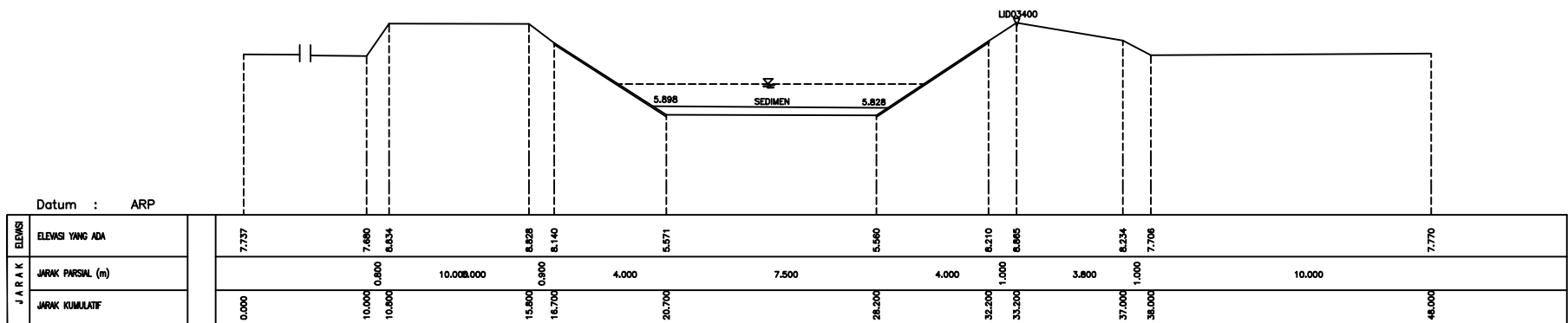
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 18



POTONGAN MELINTANG
 SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott
MacDonald
England
In association with : PT Tricon Jaya

Sistem

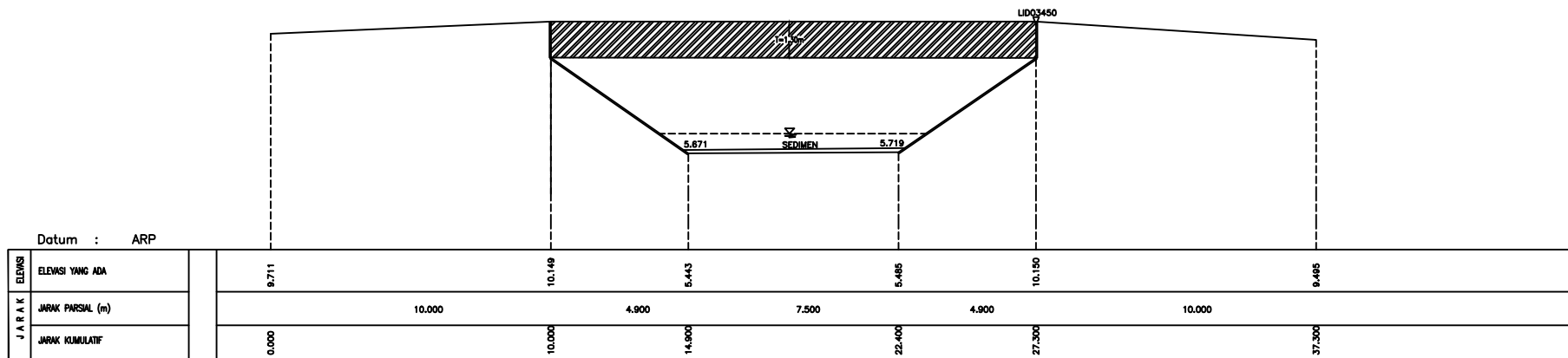
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 19



LID 03450 POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 200

GEODETIC SURVEY



DRAINAGE MASTER PLAN
FOR SURABAYA



BAPPEDA Kotamadya
Daerah Tingkat II Surabaya



Mott MacDonald England
In association with: PT Tricon Jaya

Sistem

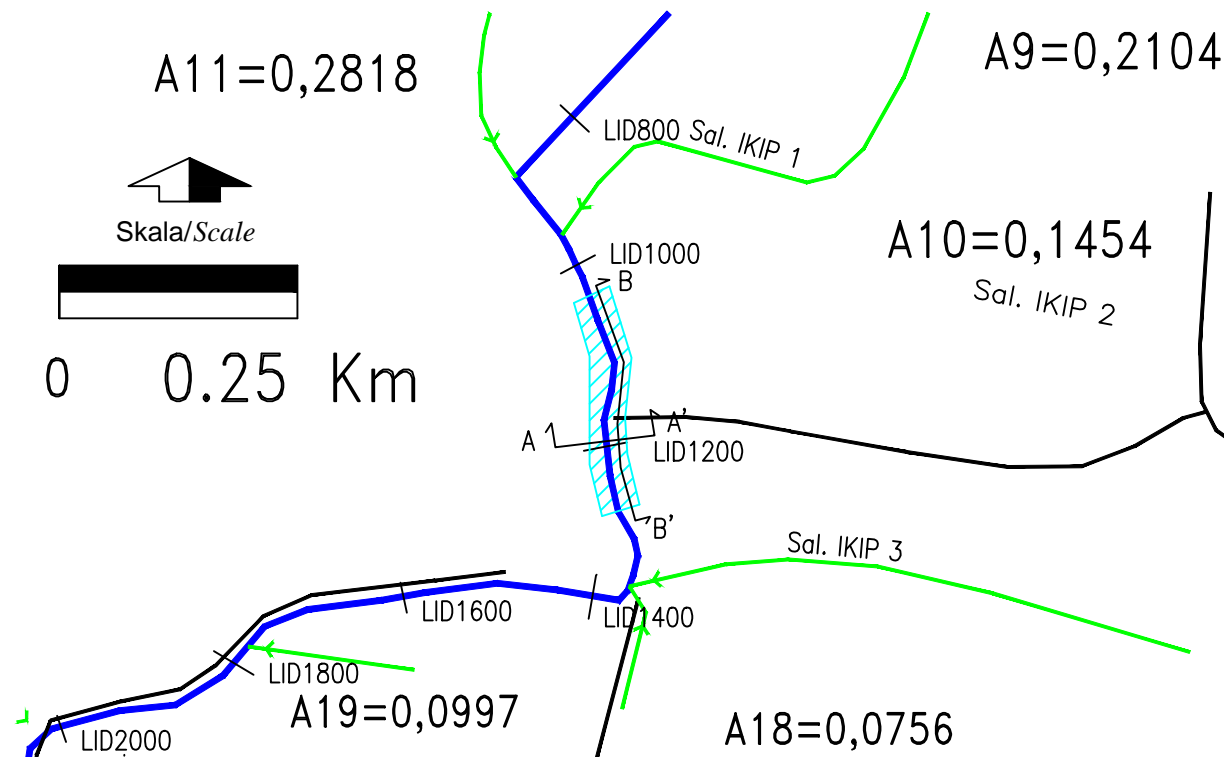
Kedurus

Nama Saluran

Lidah

Kode File
[K-02]

No Lembar
Cross 20



INSTITUT
 TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER

D3 TEKNIK SIPIL

NAMA MAHASISWA

GALIH IMAN R
 3112030067

HARDANI
 3112030090

NAMA GAMBAR

DENAH TAMPUNGAN

LEMBAR

01

INSTITUT
TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

D3 TEKNIK SIPIL

NAMA MAHASISWA

GALIH IMAN R
3112030067

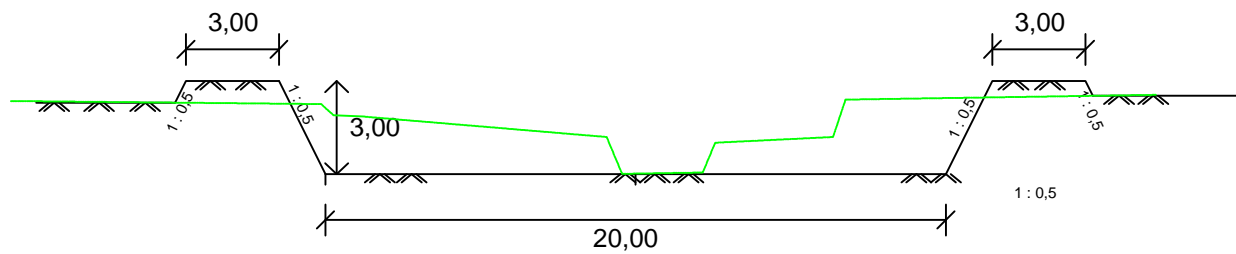
HARDANI
3112030090

NAMA GAMBAR

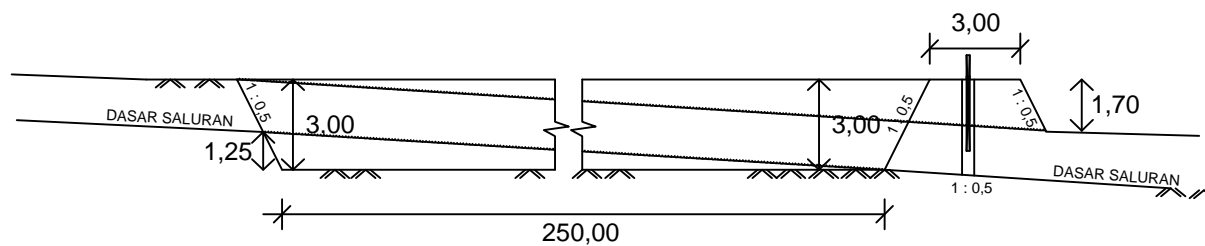
POTONGAN A-A'

LEMBAR

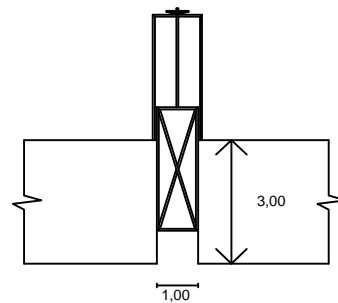
02



POTONGAN A-A'
SKALA 1 : 200



POTONGAN B-B'
SKALA 1 : 200



DETAIL PINTU AIR
SKALA 1 : 20

INSTITUT
TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

D3 TEKNIK SIPIL

NAMA MAHASISWA

GALIH IMAN R
3112030067

HARDANI
3112030090

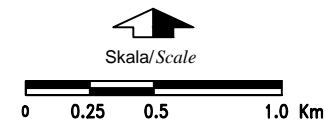
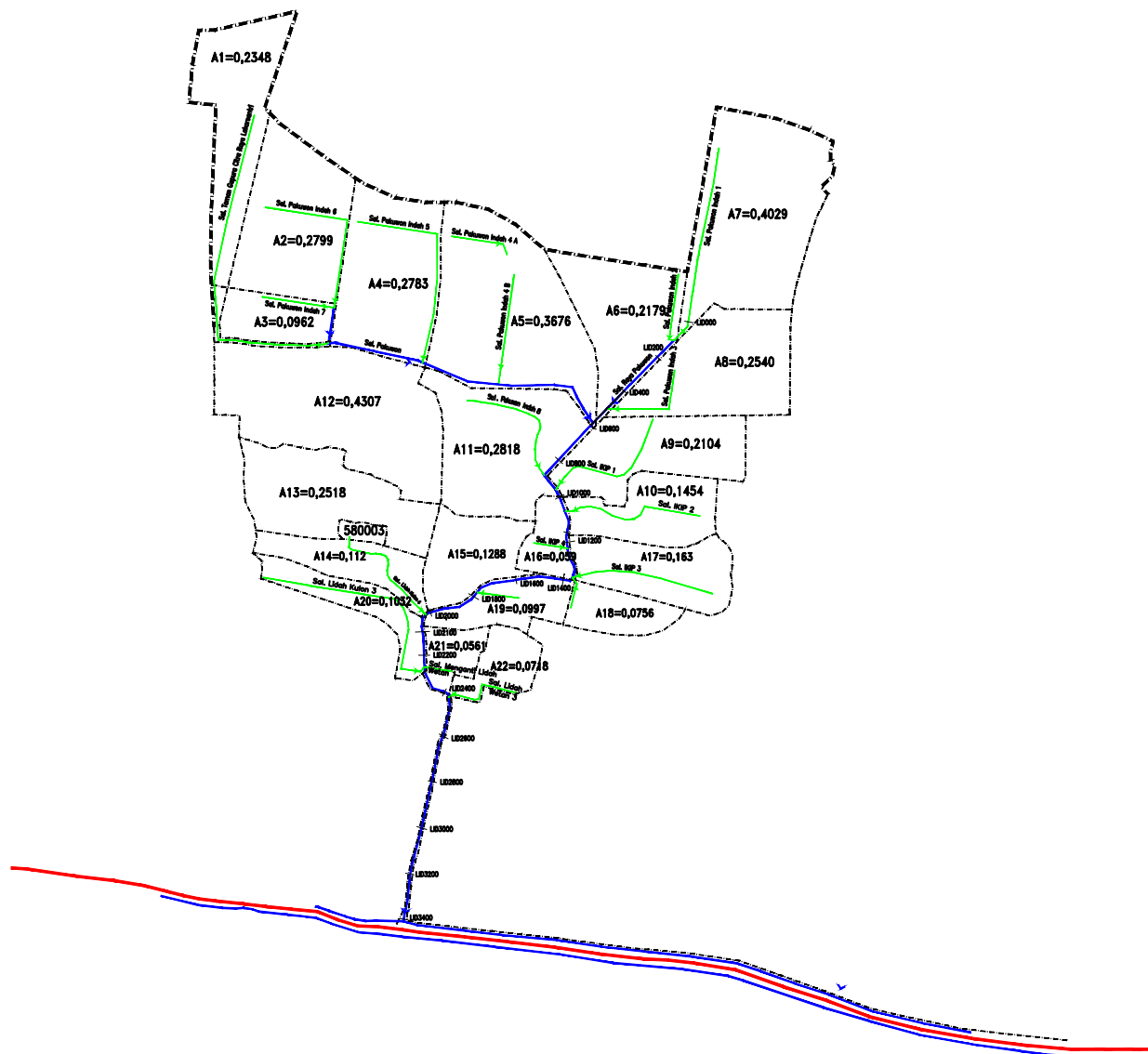
NAMA GAMBAR

POTONGAN B-B'

DETAIL PINTU AIR

LEMBAR

03



BAPPEKO
Surabaya



Mott
MacDonald Cambridge, UK

In association with : PT Tricon Jaya

Judul/ Title

Catchment Area
Sistem Pematusan
Lidah

File : Ex-kedurus.dwg

Tgl : Maret 2000

No. Sistem : K

Gbr No. : MP/06/20



Penulis bernama lengkap Galih Iman Rakhmad Dwiwarso, dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 27 April 1994, anak kedua dari bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain:

Sekolah Dasar Negeri Manukan Wetan 1/114 Surabaya, dilanjutkan Sekolah Menengah Pertama Negeri 26 Surabaya lalu melanjutkan

pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri 6 Surabaya dan lulus pada tahun 2012. Penulis mengikuti ujian masuk program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112030067 di program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS, penulis mengambil jurusan bangunan air. Penulis melaksanakan Kerja Praktek di BRANTAS ABIPRAYA.

Biodata Penulis



Penulis dari pada Tugas Akhir Terapan ini bernama lengkap Hardani, bisa di panggil Dani, Lahir di Surabaya, 4 Nopember 1993. Dengan nama ibu Rita Dewi Nuryanti dan ayah Arief Santoso. Anak pertama dari dua bersaudara, dengan nama saudara Hardianto. Pernah menempuh pendidikan formal: Taman Kanak-kanak Sekar Melati, sekolah dasar Tarbiyatul Athfal, Sekolah

Menengah Pertama Negeri 17 Surabaya, Sekolah Menengah Atas Negeri 17 Surabaya, dan lulus pada tahun 2012. Penulis diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112030090.